



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проєктно-аналітичних рішень

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП

Павло САГАЙДА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

на тему «Дослідження методів, моделей та інформаційних
технологій для автоматизації обробки та аналізу даних про обіг
вагонів»

Керівник роботи

Сагайда П.І

Консультант від
бази практики

Климов В.А.

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело*

Здобувач

Міхньов О.В.

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Олена ПАВЛЕНКО

КРИВИЙ РІГ 2025

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»	
Факультет	<u>автоматизації виробництва та цифрових технологій</u>
Кафедра	<u>цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
ОПП	<u>Комп'ютерні науки та цифровий інтелект</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант ОПП

_____ Павло САГАЙДА

«02» грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Міхньову Олегу Вадимовичу
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Дослідження методів, моделей та інформаційних технологій для автоматизації обробки та аналізу даних про обіг вагонів
керівник роботи Сагайда Павло Іванович, доцент, докт. техн. наук,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від 14.10.2024 р. №238/14.10.2024
2. Термін подання роботи 08.02.2025 р.
3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти, методична література з спеціальних дисциплін та підготовки кваліфікаційної роботи, науково-дослідницькі роботи з тематики автоматизації обробки й аналізу даних та методів цифрового інтелекту, літературні джерела, результати власних експериментів та досліджень, технологічні інструкції тощо
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Реферат. Зміст. Вступ. 1. Аналіз стану питання, предметної області, концепцій з проблеми, що розглядається (літературний огляд, недоліки існуючих систем, сучасні тенденції). 2. Розробка математичної моделі об'єкта (предметної області) та методика дослідження. 3. Розробка програмно-методичного комплексу для інформаційної підтримки діяльності у процесі автоматизації обробки та аналізу даних про обіг вагонів. 4. Проведення та аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень за індивідуальним завданням. 5. Економічне обґрунтування запропонованих технічних рішень. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Актуальність, мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження; розроблені або удосконалені математичні моделі, методика дослідження; діаграми проекту програмно-методичного комплексу в нотації UML (діаграми прецедентів, класів, послідовностей, діяльності); результати

розробки та експериментальних досліджень; результати економічних розрахунків; висновки до роботи; публікація результатів дослідження.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	Сагайда П.І., проф. каф. ЦТПАР
2	Сагайда П.І., проф. каф. ЦТПАР
3	Сагайда П.І., проф. каф. ЦТПАР
4	Сагайда П.І., проф. каф. ЦТПАР
5	Гетьман І.А., доц. каф. ЦТПАР

7. Дата видачі завдання 02.12.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Аналіз стану питання, концепцій з проблеми, що розглядається	20.01.2025 - 22.01.2025
2	Розділ 2. Розробка математичної моделі об'єкта (предметної області) та методики дослідження	23.01.2025 - 25.01.2025
3	Розділ 3. Розробка програмно-методичного комплексу для інформаційної підтримки діяльності у процесі автоматизації обробки та аналізу даних про обіг вагонів	27.01.2025 – 30.01.2025
4	Розділ 4. Проведення та аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень за індивідуальним завданням	31.01.2025 - 03.02.2025
5	Розділ 5. Економічні розрахунки	04.02.2025 - 05.02.2025
6	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	06.02.2025 – 07.02.2025
7	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	08.02.2025 – 10.02.2025
8	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	11.02.2025 – 13.02.2025
9	Рецензування завершеної роботи. Захист	14.02.2025 – 17.02.2025

Здобувач

(Олег Міхньов)

Керівник роботи

(Павло САГАЙДА)

РЕФЕРАТ

Мета дослідження. Підвищення ефективності залізничних перевезень за рахунок вироблення раціональних рішень і прийняття комерційних пропозицій з визначення маршрутів руху та завантаження вагонів на основі точного та оперативного розрахунку обігу вагонів з використанням баз даних та розробленого програмно-методичного комплексу.

Об'єкт дослідження. Автоматизація управління обігом вагонів в перебігу залізничних перевезень.

Предмет дослідження. Методи, моделі та інформаційні технології аналізу даних, обчислення в автоматизованому режимі й нормалізації обігу вагонів та основних ключових факторів у залізничних перевезеннях на підприємстві.

Задачі дослідження:

- провести дослідження предметної області та формалізувати результати, в тому числі сформулювати основні терміни і поняття предметної області обліку обігу вагонів;
- дослідити або удосконалити існуючі та розробити нові моделі розрахунку та нормалізації показників обігу вагонів;
- виконати формалізацію результатів дослідження бізнес-процесу автоматизації обліку обігу вагонів за допомогою діаграмних методик;
- спроектувати і реалізувати програмно-методичний комплекс для аналізу даних, візуалізації результатів та інформаційної підтримки діяльності у процесі автоматизації обліку обігу вагонів;
- обґрунтувати економічну ефективність розробки нового програмного продукту.

Ключові слова: облік обігу залізничних вагонів, автоматизована система, база даних, прогнозування, дашборд.

ABSTRACT

The purpose of the study. Increasing the efficiency of rail transportation by making rational decisions and accepting commercial proposals for determining traffic routes and loading wagons based on accurate and operational calculation of the circulation of wagons using databases and a developed software-methodological complex.

Object of research. Automation of the management of the circulation of wagons in the course of railway transportation.

Subject of research. Methods, models and information technologies of data analysis, calculation in automated mode and normalization of the circulation of wagons and the main key factors in railway transportation at the enterprise.

Research objectives:

- conduct a study of the subject area and formalize the results, including formulating the main terms and concepts of the subject area of accounting for the circulation of wagons;

- research or improve the existing and develop new models for calculation and normalization of car circulation indicators;

- to formalize the results of the study of the business process of automating the accounting of the circulation of wagons with the help of diagrammatic methods;

- to design and implement a software-methodological complex for data analysis, visualization of results and informational support of activities in the process of automating the accounting of the circulation of wagons;

- justify the economic efficiency of the development of a new software product.

Key words: accounting of the circulation of railway cars, automated system, database, forecasting, dashboard.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОЇ СИТУАЦІЇ В РОЗРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ.....	10
1.1 Аналіз обігу вагонів. Обґрунтування актуальності досліджень та опис сучасних інформаційних технологій	10
1.2 Аналіз сучасних інформаційних технологій	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ	19
2.1 Розробка логічної моделі.....	19
2.2 Глосарій термінів щодо залізничних перевезень	28
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
3.1 Обґрунтування вибору методів теоретичних та експериментальних досліджень, програмного забезпечення.....	31
3.2 Математична модель для автоматизації розрахунку обігу вагонів.....	38
3.3 Імпортування даних до SQL Server	60
3.4 Розробка дашборда у Power BI.....	63
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБІГУ ВАГОНІВ НА ЗАЛІЗНИЦІ	80
4.1 Розробка математичних моделей для прогнозування обігу вагонів на залізниці	80
4.2 Розробка програмного забезпечення та проведення експериментальних розрахунків	83
4.3 Прогнозування показників з використанням статичного методу	90

РОЗДІЛ 5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ	
АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ОБІГУ ВАГОНІВ	102
ВИСНОВКИ	118
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	120
ДОДАТОК А. Відомості роботи	125
ДОДАТОК Б. Протокол зустрічі в компанії	126
ДОДАТОК В. SQL запити до БД.....	128
ДОДАТОК Г. WBS проекту.....	140
ДОДАТОК Д. Етапи встановлення MS SQL Server та SQL Server Management Studio на комп'ютер користувача програмного комплексу для автоматизації обліку обігу вагонів та аналізу даних.....	148

ВСТУП

У сьогоднішній економіці вантажоперевезення мають багато переваг за допомогою залізничного транспорту. До них відносяться і економічна вартість транспортування вантажів, і розвинена мережа залізниць, що охоплює всі великі населені пункти, і сучасна інфраструктура, що передбачає сучасні термінали. Залізниця на сучасному етапі розвитку має у своєму розпорядженні великий парк вагонів. Науково-технічний прогрес повною мірою торкнувся і транспортної галузі. Введення систем комп'ютерного моніторингу рухомого складу дозволяє не лише оптимізувати маршрути доставки вантажів, а й звести до мінімуму простої рухомого складу.

Парк рухомого складу операторів залізничного транспорту та промислових підприємств є головним фактором у конкуруванні на ринку транспортних послуг. Важливим результатом є методика розрахунку ступеня завантаженості, швидкості обертання, часових проміжків під час транспортування, а також залежність раціональних розмірів потрібних парків власних вагонів від обсягів перевезень вантажів, нормативного обігу вагонів та навантаження, які дозволяють прогнозувати необхідну для перевезення кількість вагонів. При плануванні слід враховувати ризики отримати надлишковий, або недостатній у майбутньому парк вагонів, який може привести до надлишкових збитків з різних причин.

У сучасних умовах на ринку, ефективне управління - це цінний ресурс, разом з фінансовими, матеріальними, людськими і іншими ресурсами. Найбільш дієвим способом підвищення ефективності протікання процесу є його автоматизація, а планування необхідного парку для перевезення вантажу як раз і робиться на основі обігу вагонів.

Актуальність теми.

В компанії ТОВ «Метінвест-Шіппінг» дуже потужний штат фахівців у перевезеннях залізницею, які охоплюють усі можливі напрямки в вантажних перевезеннях усіма типами рухомого складу. Для того щоб розрахувати необхідний парк для вантажних перевезеннях, необхідно швидко та правильно розрахувати обіг вагона. Обіг вагона, напевно, один з найважливіших показників для визначення комерційної складової діяльності підприємства, для розрахунку необхідного парку рухомого складу, для розрахунку прогнозованого об'єму перевезень у випадку, якщо кількість вагонів відома. В компанії вже є своя методика розрахунку обігу, але вона, як показав проведений аналіз, займає багато часу для розрахунку, а робити стратегічні рішення на основі поточних результатів аналізу даних майже неможливо.

В умовах воєнного стану та ракетних атак на об'єкти енергетики та залізничних вузлів, виникають часті проблеми з рухом залізницею, тому задача контролю обігу вагонів стала однією з ключових, а задача автоматизації його розрахунку та побудови відповідного інтерфейсу для підтримки прийняття рішень (дашбордів) в галузі вантажоперевезень залізницею набула величезної актуальності.

Мета дослідження

Підвищення ефективності залізничних перевезень за рахунок вироблення раціональних рішень і прийняття комерційних пропозицій з визначення маршрутів руху та завантаження вагонів на основі точного та оперативного розрахунку обігу вагонів з використанням баз даних про предметну область та розробленого програмно-методичного комплексу.

Об'єкт дослідження

Автоматизація управління обігом вагонів в перебігу залізничних перевезень.

Предмет дослідження

Методи, моделі та інформаційні технології аналізу даних, обчислення в автоматизованому режимі й нормалізації обігу вагонів та основних ключових факторів у залізничних перевезеннях на підприємстві.

Задачі дослідження

Відповідно до зазначеної мети поставлено та розв'язано наступні задачі:

- провести дослідження предметної області та формалізувати результати, в тому числі сформулювати основні терміни і поняття предметної області обліку обігу вагонів;
- виконати критичний аналіз функціональних можливостей аналогів програмних продуктів, які використовуються у компанії для автоматизації обліку обігу вагонів;
- дослідити або удосконалити існуючі та розробити нові моделі розрахунку та нормалізації показників обігу вагонів;
- виконати формалізацію результатів дослідження бізнес-процесу автоматизації обліку обігу вагонів за допомогою діаграмних методик;
- провести дослідження при виборі систем розробки програмного забезпечення для аналізу даних та інструментів розгортання серед існуючих рішень;
- спроектувати і реалізувати програмно-методичний комплекс для аналізу даних, візуалізації результатів та інформаційної підтримки діяльності у процесі автоматизації обліку обігу вагонів;
- обґрунтувати економічну ефективність розробки нового програмного продукту.

Методи дослідження

Дослідження базується на комбінації емпіричних, теоретичних та комплексних методів наукового дослідження, а також були враховані

методи статистичної обробки даних. В роботі використовуються методи інтелектуального аналізу даних.

Теоретична новизна

Розроблено математичну модель обліку обігу вагонів з реалізацією взаємозв'язків між елементами розрахунку та логічними формулами, які беруть до уваги набір ієрархічно пов'язаних умов проведення розрахунку та забезпечують автоматичне розпізнання напрямків перевезення та віднесення їх до певних укрупнених груп перевезення. Проведено дослідження щодо можливостей використання запропонованої моделі, яке виявило ряд важливих умов (обмежень), додаткове урахування яких, під час моделювання бізнес-процесів, може значно підвищити ефективність її практичного застосування.

Розроблено логічні та структурно-функціональні моделі програмно-методичного комплексу для автоматизації обліку обігу вагонів та аналізу даних для підтримки прийняття рішень, що забезпечено шляхом комплексного використання можливостей трьох програмних компонент: MS Excel (забезпечує автоматичні розрахунки з використанням формул для перевірки різноманітних умов, з реалізацією алгоритму взаємозв'язків), MS SQL Server (забезпечує сховище даних з можливістю отримання консолідованої інформації через запити) та Power BI (для розробки та використання інтерактивних дашбордів).

Практичне значення отриманих результатів. Реалізовано програмно-методичний комплекс для автоматизації обліку обігу вагонів та аналізу даних для підтримки прийняття рішень під час управління залізничним парком компанії. З урахуванням розроблених логічних моделей функціонування предметної області спроектовано базу даних (БД) та виконана її реалізація у СУБД MS SQL Server. Реалізовано можливість імпортування даних до сховища даних у MS SQL Server та розроблено запити на SQL, за допомогою яких можливо отримати консолідовану інформацію з БД. Розроблено шість інтерактивних

дашбордів з урахуванням усіх необхідних вимог до візуалізації та з гнучкою функціональністю.

Розроблено моделі для прогнозування обігу вагонів на залізниці за допомогою статистичних методів та програмне забезпечення, за допомогою якого виконано експериментальні розрахунки для прогнозування обсягу перевезеного вантажу на основі моделі ARIMA. Виконано прогнозування залізничних показників за допомогою методів статистичного аналізу з побудовою показників описової статистики, кореляційної матриці та регресійної моделі, а також обчислення довірчої області та коефіцієнта довіри з розрахунком коефіцієнту еластичності. Результати експериментальних розрахунків та статистичного аналізу можуть бути використані в системах підтримки прийняття рішень на залізниці.

Апробація отриманих результатів: Основні положення та результати доповідалися і обговорювалися на науково-технічній конференції «MININGMETALTECH 2024 – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти. СЕКЦІЯ V. Програмне та інформаційне забезпечення комп'ютеризованих систем управління бізнес-процесами» 28-29 листопада 2024 року в ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА».

Структура та обсяг роботи.

Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 5 додатків. Загальний обсяг роботи становить 154 сторінок, робота містить 86 рисунків у кваліфікаційній роботі та 7 рисунків у додатках, 1 таблиці у кваліфікаційній роботі та 6 таблиць у додатку, 38 формул. Список використаних джерел складається з 38 джерел.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОЇ СИТУАЦІЇ В РОЗРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ

1.1 Аналіз обігу вагонів. Обґрунтування актуальності досліджень та опис сучасних інформаційних технологій

Група Метінвест є глобальною вертикально інтегрованою компанією, великим постачальником сталевих продуктів, сировини, та металопродукції у світі. Компанія ТОВ «Метінвест-Шіппінг» (далі МІШ) є генеральним експедитором в групі Метінвест, та в довоєнний час перевозила від 4-6 млн. тн. сировини, та готової продукції. Для визначення необхідної кількості вагонів для запланованих обсягів перевезень виконується розрахунок за допомогою обігу вагонів.

Обіг вагона – це час, необхідний для виконання циклу операцій від одного навантаження до наступного.

Щомісяця проводиться аналіз перевезень групи Метінвест та визначається середньозважений обіг вагона, у тому числі з розподілом по напрямкам на основі фактичного часу знаходження вагонів у перевезенні. Наразі аналізуємо обіг з парку МІШ з інформаційних ресурсів, який підлягає подальшій обробці. Оброблення первинної статистики перевезень виконується у стислі терміни та потребує значних людських ресурсів. Розрахунок необхідної кількості парку вагонів важливий, оскільки за умовами нестачі парку весь обсяг перевезень не буде перевезений, а у разі профіциту парку збільшуються витрати на логістику. При ТЕО (транспортно-експедиційне обслуговування) формування конкурентної ставки за перевезення також виконується з урахуванням обігу вагона.

Для планування потреб парку, щомісяця розраховується обіг вагона для того, щоб виявити, як вплинули зовнішні фактори на обіг. Завантаживши номери вагонів, ми отримуємо масив даних по обігу

вагонів в Україні. Даний масив даних по місяцю нараховує понад 20 тис. рядків, у яких необхідно вивести середньозважений обіг по всім вагонам, котрі брали участь у перевезеннях вантажів групи Метінвест з урахуванням усіх станцій навантаження, розвантаження, призначенням порожніх вагонів, можливих простоїв та переадресації. Цей обсяг рядків у інформаційному файлі не фінальний, та може доповнюватись спеціалістами додатковою інформацією по операціям, котрі не увійшли до первинного файлу або на час вивантаження даних вагон ще не закінчив ту або іншу операцію. В таких об'ємах переглядати, аналізувати та приймати рішення для мінімізування часу обігу, для прийняття відповідних рішень, просто неможливо.

Обіг вагона складається з 4 елементів (рис. 1.1) [37]:

- час на навантаження по підприємству навантаження – час від подачі вагона відправнику для навантаження до прийому завантаженого вагона залізницею (оформлення накладної);
- час доставки у завантаженому стані – розраховується від часу навантаження вагона до подачі клієнту під розвантаження по станції призначення;
- час на розвантаження по підприємству розвантаження – від віднесення на відповідальність під розвантаження до оформлення документа на слідування порожнього вагона (якщо на підприємстві після вивантаження виконується і навантаження, то це – подвійна вантажна операція. При подвійній операції цього елемента немає);
- час доставки у порожньому стані – час від оформлення документа на слідування порожнього вагона до подачі вагона під наступне навантаження по станції призначення порожнього вагона (при подвійній вантажній операції цього елемента не буде).

На підприємстві розвантаження, вагон можуть знову завантажити, таким чином, не буде порожнього руху і часу розвантаження (пунктир на рис. 1.1) [1-3].

Подвійна операція – це дві вантажні операції, які виконуються на одній під'їзній колії підприємства.

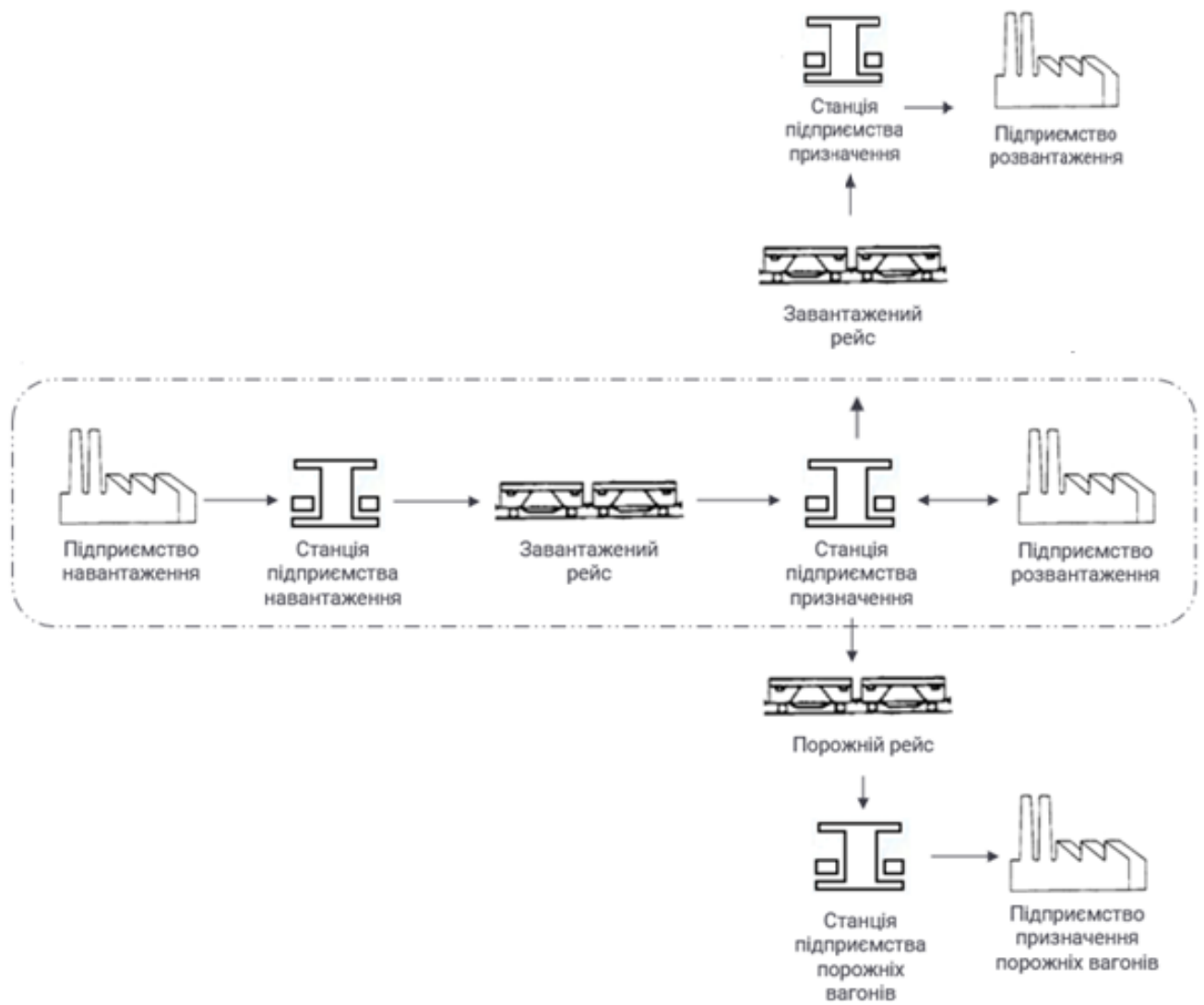


Рисунок 1.1 – Обіг вагона

Обіг вагона має важливе значення не тільки для оцінки виробничих показників роботи, но і впливає на прибутковість перевезень. Ставка за вагон формується виходячи з нормативного обігу вагону відправлення. Збільшення часу обігу призводить до зниження прибутковості на вагон, тому що замовник платить за нормативну кількість днів перевезення, а фактично вагон використовується

набагато більше часу [20].

Пандемія та воєнні дії призвели до суттєвих змін на ринку. Попит на вантажні залізничні перевезення зріс, що поряд із збільшенням середніх термінів обігу вагонів привело до зростання навантаження по мережі на всій ділянці. Зростають простої вагонів та кількість «кинутих» поїздів, що негативно впливає на швидкість перевезень.

До наднормативних простоїв під навантаженням та вивантаженням додалися ще простої у дорозі. Для цього є інфраструктурні причини: залізничних колії, тривалі простої західних напрямків, затори через яскраво виражену сезонність перевезень масових вантажів (вугілля, зерна, нафтопродуктів та інш.), а також погодні обмеження [6].

Вищезазначені фактори призвели до необхідності утримання більшої кількості парку, а отже, і зростання витрат на його придбання, залучення та утримання, оскільки вартість ремонтів та нових вагонів зростає швидше за середню інфляцію через значне підвищення вартості металу, а виріб вагонного парку не підвищується.

Падіння попиту на нові вагони, на думку експертів, пов'язане з тим, що в Україні дозволено експлуатацію рухомого складу з минулим нормативним терміном служби. Це техніка старша 22-30 років.

Загалом в Україні залишилося п'ять вагонобудівних заводів: «Дніпровагонмаш» (група «ТАС»), «Дизельний завод» («Аурум груп»), завод «Карпати», «Крюківський вагонобудівний завод» (КВСЗ) та «Попаснянський вагоноремонтний завод» (ПВЗ)) на усіх залізничних дорогах України які відображено на рисунку 1.2.

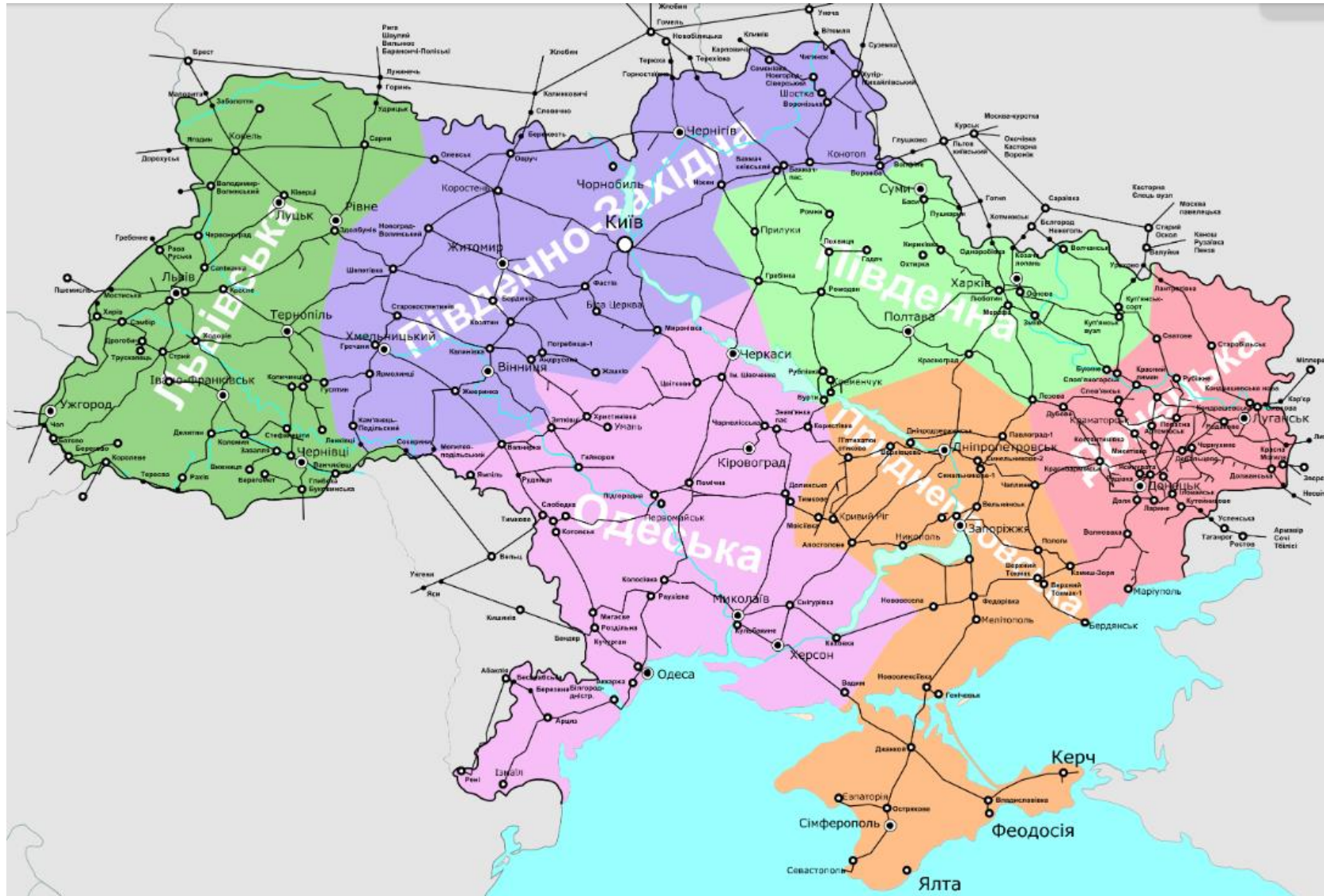


Рисунок 1.2 – Залізниця України <https://www.kharkovforum.com/threads/zheleznye-dorogi-ukrainy.5064306/>

У цих умовах виходом є застосування маршрутних відправок, оскільки швидкість перевезення може бути реально збільшена, але це не впливає на затоварені ділянки на дорозі, де простій вагону може налічувати понад 5 діб, особливо на ділянках де є недостача локомотивного парку, або локомотивних бригад.

У зв'язку з цим необхідно відстежувати такі затоварені ділянки з можливістю об'їзду або зміни шляху, якщо це можливо, та витрати будуть меншими, ніж ми понесемо при простої вагонів.

Якщо дивитися статистику "Укрзалізниці" (УЗ), то за останні роки обіг вагона збільшився з 6 діб на рік до понад 10 діб у 2023 році. Також, за різними даними, до 70% відправок прибувають із порушенням терміну доставки.

Нормативний час доставки розраховується як відношення тарифної відстані на швидкість по УЗ в маршрутній або по вагонній відправці.

Першою проблемою зростання часу обігу – це нестача та знос тягового складу УЗ. До проблеми з локомотивною тягою можна віднести і проблему нестачі локомотивних бригад та вагонників. Також спостерігається дуже великий відсоток зносу інвентарного парку вантажних локомотивів.

Друга проблема – знос шляху та відсутність якісного ремонту мережі. За даними самої УЗ, на 27% магістральних шляхів УЗ прострочений ремонт, знос тягових підстанцій становить 67%, а знос контактної мережі – 55%. За різними даними, рівень зношування 21,7 тис. км шляхів УЗ у цілому досяг 50%.

Третя проблема – здебільшого відсутність довгострокового планування відправок вантажів. Крім заклику до довгострокового планування, в УЗ стверджують, що вантажовідправники мають покращити час користування вагоном, а також удосконалити технологічний процес та операційну діяльність з метою зменшення часу

користування в той момент, коли бізнес пропонує посилити штрафи за невиконання термінів доставки вантажів.

На жаль, через «перетягування ковдри» страждають усі і більшою мірою бізнес через великий обіг вагона.

1.2 Аналіз сучасних інформаційних технологій

У зв'язку з комерційною складовою різні компанії ведуть облік обігу по-різному та не публікуються через конфіденційність. У компаній можуть бути різні обсяги, напрями, оператори, вантажі, рід рухомого складу (PPC) і т.д., а від цього може бути різний обіг, його розрахунок та облік, відповідно, але методика у всіх однакова.

Для обробки даних відстеження вагонів компанії найчастіше використовують MS Excel або спеціалізовані інформаційні системи. У компанії МІШ є можливість аналізувати обіг парку МІШ, з усіма необхідними операціями та датами по них, які необхідні для коректного розрахунку елементів обігу та самого обігу. Через великі обсяги та масу напрямків перевезень, обсяг даних, які ми аналізуємо, становить понад 100 тис. рядків щомісяця, тому читати ці данні у розрізі згрупованих груп, та приймати відповідні оперативні чи стратегічні рішення, практично неможливо.

Різні компанії можуть вести облік обігу вагонів по-різному, оскільки це залежить від багатьох факторів, таких як розмір компанії, характеристики вантажів, напрямки перевезень, внутрішні процеси та системи управління. Ось деякі загальні підходи до обліку обороту вагонів [7,8,36,38]:

- використання ІТ-систем. Багато великих компаній використовують інформаційні технології для автоматизації обліку обігу вагонів. Це може включати в себе використання програмних розробок або розробку власних корпоративних систем;

- системи управління логістикою. Компанії можуть використовувати системи управління логістикою для відстеження маршрутів руху вагонів, часу простою на станції, зупинок в русі, завантаження та розвантаження на підприємствах або терміналах;

- MS Excel або аналогічні інструменти. Деякі компанії можуть вести облік обігу за допомогою електронних таблиць, таких як MS Excel або аналогічні програми. Вони можуть створювати свої власні системи або користуватися шаблонами та розробляти зрізи на своїх перевезеннях;

- спеціальні інформаційні системи. У деяких випадках компанії можуть користуватися спеціальними інформаційними системами для відстеження вантажів та вагонів, які можуть бути спеціально розробленими для галузі залізничного транспорту. Наприклад, у довоєнний час на деяких підприємствах була ініціатива встановлювання камер для спостереження руху вагонообігу на станціях та на підприємстві. Це доволі сучасна та правильна ініціатива, тому що зменшувати простой на підприємствах навантаження або розвантаження доволі важливо. Цей напрямок дуже великий і дуже багато можна розробити у цій галузі відстеження вагонообігу від автоматичного розпізнання номеру вагонів та БД дислокацій, до своєчасного інформування відповідальних про прибуття або перевищення нормативного часу перебування на тій чи іншій ділянці. Це все могло б привести до потенційного зменшення часу знаходження на підприємствах навантаження та розвантаження, але пандемія та воєнні дії внесли свої корективи;

- договори та угоди з постачальниками. Облік обігу вагонів також можна вести за допомогою угод та контрактів з постачальниками транспортних послуг, які визначають терміни використання вагонів та відповідальність за їх обслуговування.

Кожна компанія може вибрати той метод, який відповідає її

потребам та можливостям, а також враховувати вимоги та стандарти галузі.

Обіг вантажного вагона є одним із найважливіших показників експлуатаційної роботи, виконання якого характеризує якість роботи залізничних підрозділів та який доцільно розглядати у якості комплексного показника стійкості виконання перевізного процесу для даної підсистеми або системи в цілому. Для раціоналізації використання вагонного парку, покращення якісних та кількісних показників роботи станцій необхідно зменшити час обігу вантажного вагона шляхом дотримання встановлених технологічними нормативами значень, тобто застосовувати всі можливі технологічні заходи щодо стабілізації цього показника. Поставлені завдання найефективніше реалізувати шляхом розробки математичної моделі обчислення обігу вантажного вагона.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ

2.1 Розробка логічної моделі

У процесі створення програмного забезпечення (ПЗ), чи при автоматизації процесів, можна виділити 4 базових етапи, відображених на рисунку 2.1:

- специфікація або вимоги до проєкту – визначення основних вимог;
- розробка – створення ПЗ у відповідності зі специфікаціями;
- тестування – перевірка ПЗ на відповідність вимогам клієнта;
- супровід / модернізація – розвиток ПЗ відповідно до змін потреб замовника.

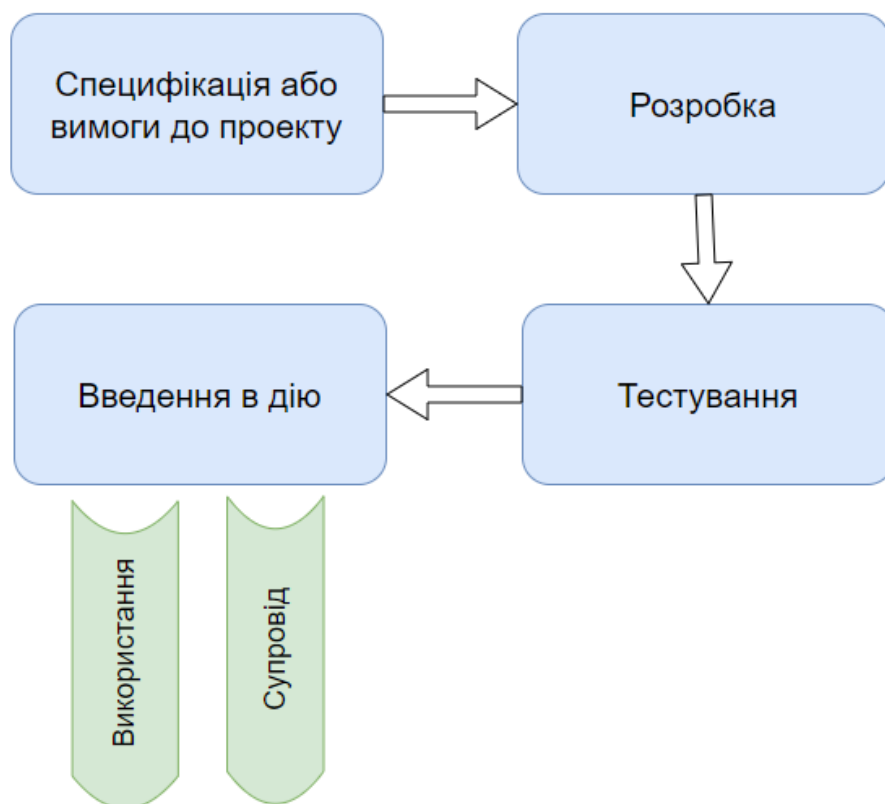


Рисунок 2.1 – Базові етапи створення ПЗ або автоматизації

Життєвим циклом програмного забезпечення називають період від моменту появи ідеї створення деякого програмного забезпечення до моменту завершення його підтримки фірмою-розробником або фірмою, яка виконувала супровід [16,17].

Життєвий цикл програмного забезпечення або якогось проекту – період часу, що починається з моменту прийняття рішення про необхідність створення програмного продукту і закінчується в момент його повного вилучення з експлуатації.

Розглянемо діаграму акторів системи, яка є зараз (рис 2.2) та діаграму послідовності взаємодії об'єктів (рис. 2.3)

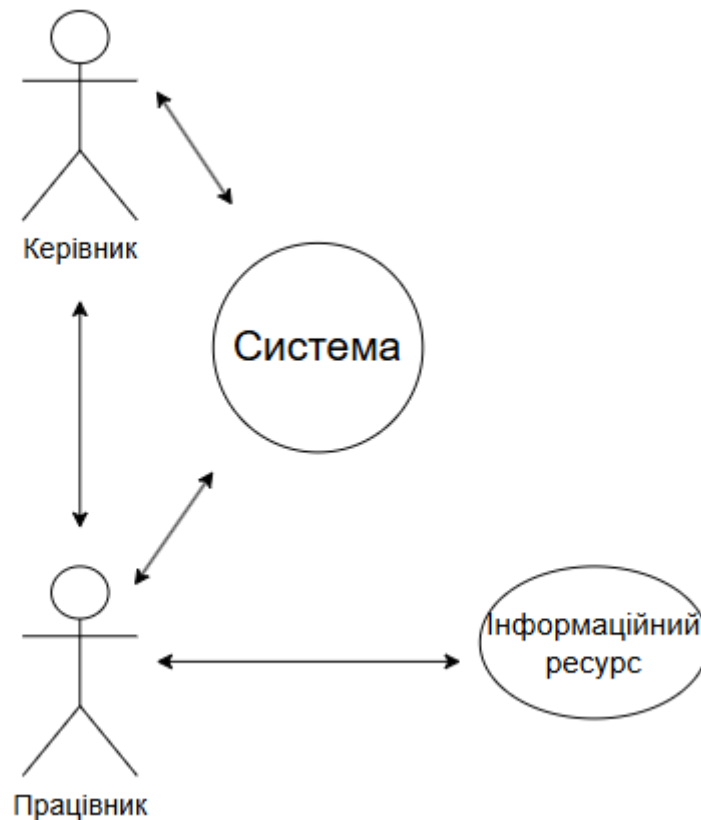


Рисунок 2.2 – Діаграма акторів системи, котрі задіяні в розрахунку обігу вагонів

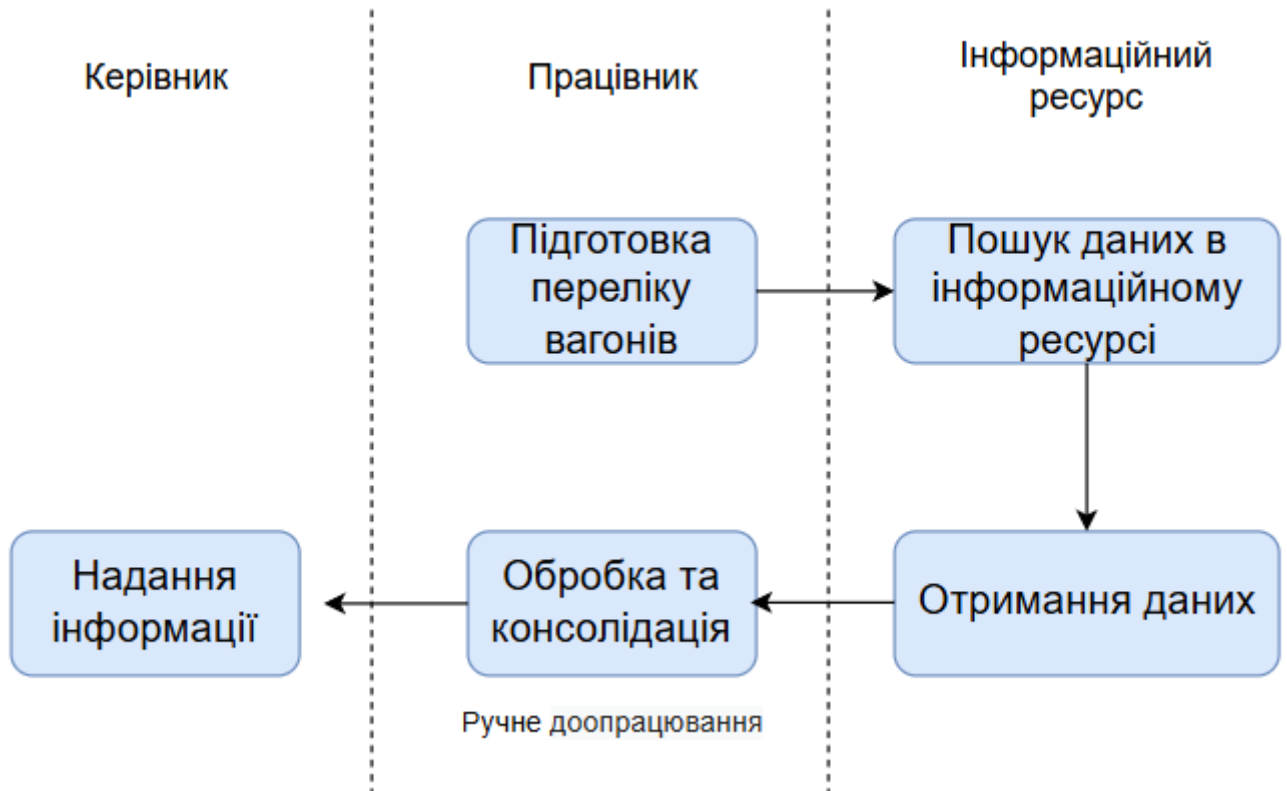


Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності роботи для розрахунку обігу вагонів

Кожного місяця працівник консолідує перелік вагонів по напрямкам по парку МІШ. Перелік всіх вагонів аналізуються в інформаційному ресурсі для отримання даних по всім вагонам, щоб можна було прорахувати елементи обігу та сам обіг. Після того, як ми отримаємо матрицю по вагонам з усіма даними, ми починаємо її аналізувати та консолідувати за певною логікою. Нажаль, дана матриця не повна, тому перед тим як аналізувати, треба доповнити всі дані яких не вистачає. Всю технологію можна описати в SADT (structured analysis and design technique) діаграмі на рис 3.3.

Для аналізу поточної системи зробимо SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities Threats) аналіз відображений на рис. 2.5.

SWOT аналіз поточної системи	
Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> 1. Орієнтування у потоках 2. Орієнтування у напрямках та оборотах операторів 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Людський фактор 2. Час обробки даних 3. Не зручно дивитись та читати інформацію 4. Залучення дод. людини для консалідації інформації
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> 1. Можливість архівування 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Потенційний зрив перевезення через час очікування ставки 2. Додаткові витрати компанії на залучання додаткового парку

Рисунок 2.5 – SWOT аналіз поточної системи з розрахунку обігу вагонів

Проблема оцінки раціональної потреби у власному вагонному парку операторських компаній та промислових підприємств має вирішуватися, виходячи з вимог мінімізації технолого-економічних ризиків, що виникають під час доставки вантажів з урахуванням сучасних вимог до перевезень.

Процес розробки проєкту передбачає дії і завдання, що виконуються розробником, і охоплює роботи зі створення компонентів відповідно до заданих вимог, включаючи оформлення проєктної та експлуатаційної документації, а також підготовку матеріалів, необхідних для перевірки працездатності і відповідності якості програмних продуктів, матеріалів, необхідних для навчання персоналу, і т. д.

За стандартом процес розробки включає:

- підготовчу роботу;
- вибір моделі життєвого циклу, стандартів, методів і засобів розробки, а також складання плану робіт;
- аналіз вимог до системи;
- визначення її функціональних можливостей, користувальницьких вимог, вимог до надійності, вимог до зовнішніх інтерфейсів і т.д;
- проєктування архітектури системи;
- визначення, які виконуються обслуговуючим персоналом;
- аналіз вимог до програмного забезпечення або автоматизації ;
- визначення структури програмного забезпечення, документування інтерфейсів його компонентів, розробку попередньої версії документації користувача, а також вимог до тестів і плану інтеграції;
- детальне проєктування програмного забезпечення;
- докладний опис компонентів програмного забезпечення та

інтерфейсів між ними, оновлення користувальницької документації, розробка та документування вимог до тестів і плану тестування компонентів програмного забезпечення, оновлення плану інтеграції компонентів;

- розробка та документування кожного компонента;
- збірка програмних компонентів відповідно до плану інтеграції та тестування програмного забезпечення на відповідність кваліфікаційним вимогам, що представляють собою набір критеріїв або умов, які необхідно виконати, щоб кваліфікувати програмний продукт як такий, що відповідає своїм специфікаціям і готовий до використання в заданих умовах експлуатації;
- кваліфікаційне тестування програмного забезпечення;
- збірка всіх компонентів системи, включаючи програмне забезпечення та обладнання;
- тестування системи на відповідність вимогам до неї і перевірка оформлення та повноти документації;
- установка програмного забезпечення на обладнанні замовника і перевірка його працездатності;
- приймання програмного забезпечення;
- оцінка результатів кваліфікаційного тестування програмного забезпечення і системи в цілому та документування результатів оцінки спільно із замовником, остаточна передача програмного забезпечення замовнику.

Зазначені дії можна згрупувати, умовно виділивши такі основні етапи розробки:

- постановка задачі;
- аналіз вимог і розробка специфікацій;
- проєктування;
- реалізація;

– передача проєкта, оцінка, навчання та підтримка.

Можна виділити функціональні вимоги, що визначають функції, які має виконувати проєкт та експлуатаційні вимоги, що визначають особливості його функціонування. Вимоги до проєкту зазвичай визначають за аналогією, враховуючи структуру і характеристики вже існуючого програмного забезпечення, або умов роботи до впровадження проєкту з автоматизації. Для формулювання вимог до ПЗ, що не має аналогів, іноді необхідно провести спеціальні дослідження, що називаються перед проєктними. У процесі таких досліджень визначають розрішення завдання і встановлюють найбільш суттєві характеристики умов для виконання проєкту.

Більшість сучасних програмних систем об'єктивно дуже складні. Ця складність обумовлюється багатьма причинами, головною з яких є логічна складність розв'язуваних ними завдань [30].

У наш час, коли створено потужні комп'ютерні мережі, з'явилася можливість перекласти на них рішення складних ресурсномістких завдань, про комп'ютеризацію яких раніше ніхто і не думав. Зараз до процесу комп'ютеризації залучаються зовсім нові предметні області, а для вже освоєних областей ускладнюються же сформовані постановки завдань. Додатковими факторами, що збільшують складність розробки програмних систем або роботу над проєктами, є:

- складність формального визначення вимог;
- відсутність задовільних засобів опису поведінки систем із великою кількістю станів при недетермінованій послідовності вхідних впливів;
- колективна розробка.

Якщо відобразити структуру на блок схемі на рисунку 2.6, то зможемо більш детально зануритись в предметну область. Майбутню автоматизацію можна відобразити на рисунку 2.7.

Діаграма активностей відбиває динамічні аспекти поведінки

системи. По суті, ця діаграма є блок-схемою, яка наочно показує, як потік управління переходить від однієї діяльності до іншої.

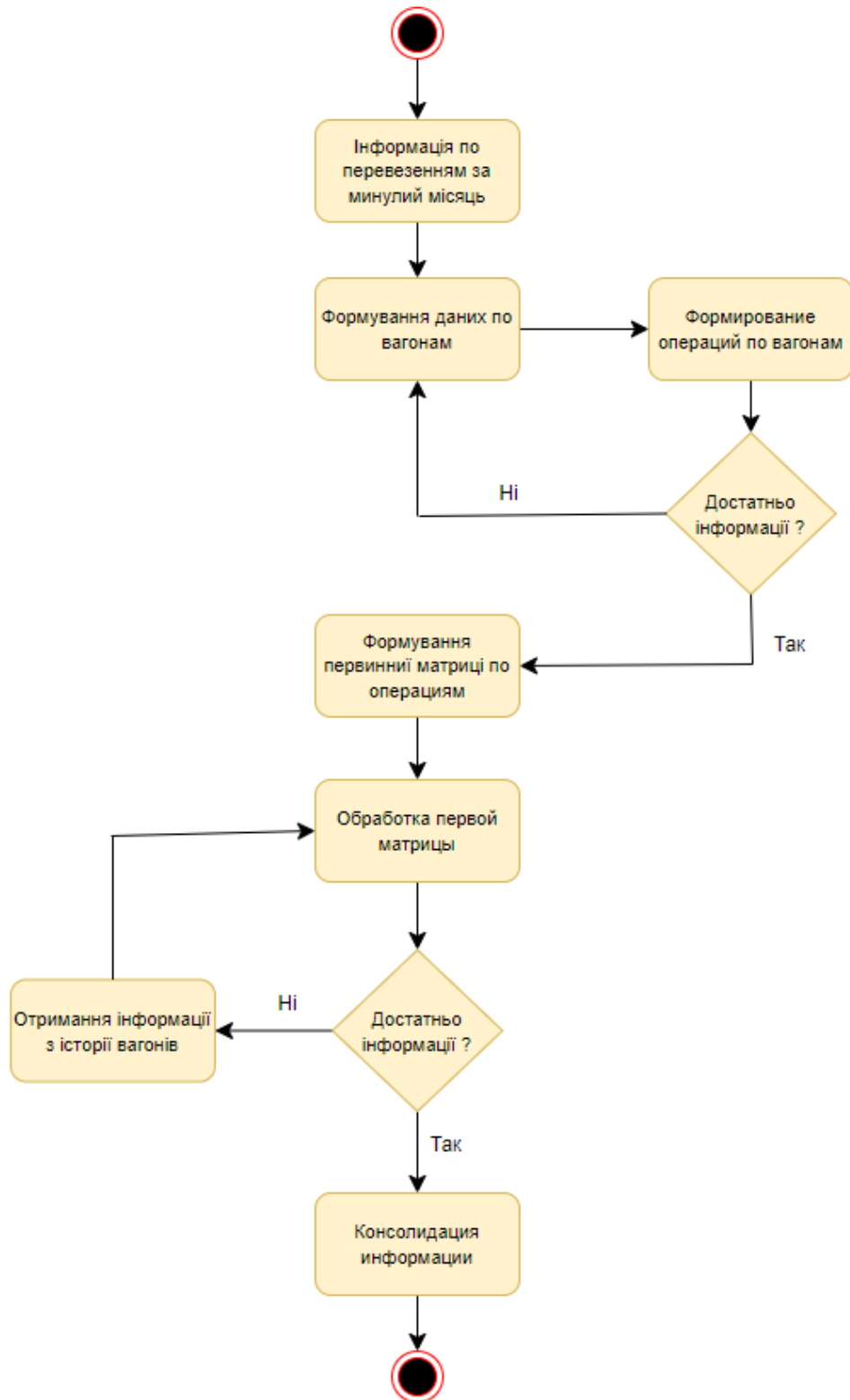


Рисунок 2.6 – Блок схема розрахунку обігу вагонів

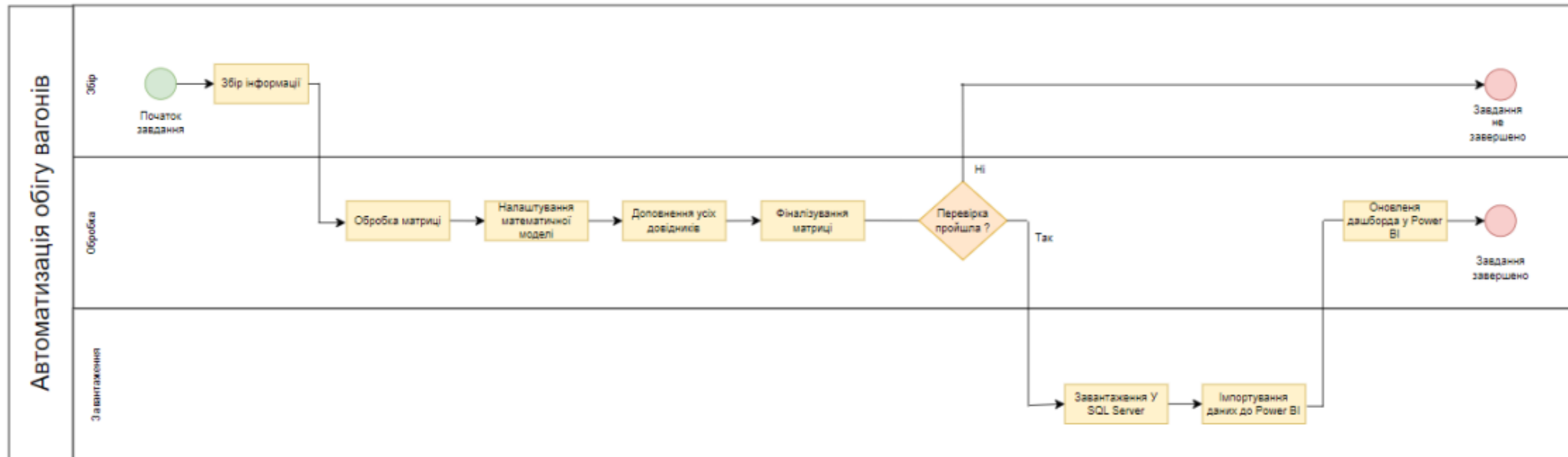


Рисунок 2.7 – Автоматизація розрахунку обігу вагонів

2.2 Глосарій термінів щодо залізничних перевезень

Обіг вагона складається з 4 елементів (рис. 1.1):

- час на навантаження по підприємству навантаження – час від подачі вагона відправнику для навантаження до прийому завантаженого вагона залізницею (оформлення накладної);
- час доставки у завантаженому стані – розраховується від часу навантаження вагона до подачі клієнту під розвантаження по станції призначення;
- час на розвантаження по підприємству розвантаження – від віднесення на відповідальність під розвантаження до оформлення документа на слідування порожнього вагона (якщо на підприємстві після вивантаження виконується і навантаження, то це – подвійна вантажна операція. При подвійній операції цього елемента немає);
- час доставки у порожньому стані – час від оформлення документа на слідування порожнього вагона до подачі вагона під наступне навантаження по станції призначення порожнього вагона (при подвійній вантажній операції цього елемента не буде).

Технологія розробки – комплекс заходів і прийомів, спрямованих на розробку програмного продукту або для досягнення цілі проекту високої якості в рамках бюджету та й в час. Під технологією розробки розуміється сукупність узагальнених і систематизованих знань, або наука про оптимальні способи (прийоми) проведення процесу розробки, що забезпечує в заданих умовах отримання програмної продукції із заданими властивостями або автоматизованої системи.

Життєвий цикл – період від моменту появи ідеї створення деякого програмного забезпечення або проекту до моменту завершення його підтримки розробником або групою людей яка виконувала супровід. Життєвий цикл програмного забезпечення – період часу, що починається з моменту прийняття рішення про необхідність створення

програмного продукту і закінчується в момент його повного вилучення з експлуатації.

Програма – дані, призначені для управління конкретними компонентами системи обробки інформації з метою реалізації певного алгоритму, послідовність машинних команд, призначених для досягнення конкретного результату.

Вагон – несамохідна одиниця рухомого складу, у якій перевозяться вантажі.

Вантажний поїзд – поїзд, призначений для перевезення вантажу, маса та довжина якого не перевищує максимальну норму, встановлену графіком руху поїздів на ділянці прямування цього поїзда.

Залізнична колія дві рейкові нитки, встановлені одна від одної на певній відстані та прикріплені до шпал (брусів).

Локомотив – тягова самохідна машина, призначена для будь-якого пересування залізничного рухомого складу.

Локомотивна бригада (бригада спеціального рухомого складу), машиніст – працівники призначені керувати та обслуговувати локомотиви та рухомий склад.

Маневрова робота (маневри) – будь-які пересування рухомого складу залізничного транспорту станційними та іншими шляхами для забезпечення поїзної роботи та виробничої діяльності підприємств.

Під'їзні шляхи – шляхи, призначені для транспортного обслуговування одного або кількох підприємств, організацій, установ, пов'язаних із спільною мережею залізниць безперервним рейковим шляхом і належать залізниці або підприємству, організації, установи.

ТЕО – транспортно експедиторське обслуговування.

УЗ – Українська залізниця.

МІШ - ТОВ «Метінвест-Шіппінг».

PPC – род рухомого складу.

Маршрутний вантажний поїзд – це залізничний поїзд, призначений для перевезення вантажів і рухається за певним маршрутом між різними станціями чи точками вантажоперевезень. Ці поїзди можуть мати графік руху, визначений заздалегідь, і здійснювати регулярні вантажоперевезення. Маршрутні вантажні поїзди можуть обслуговувати різні маршрути в залежності від потреб вантажоперевезень та логістичних вимог. Це може включати вантажі міжнародного та внутрішнього сполучення, такі як контейнери, сипучі матеріали, товари великогабаритні чи інші види вантажів. У маршрутних вантажних поїздах можуть бути різні типи вагонів для вантажів різного виду і обсягу та різна кількість вагонів (як правило від 44-х вагонів). Ці поїзди грають важливу роль у зменшенні обігу шляхом підвищення швидкості, та у забезпеченні ефективної та надійної транспортної логістики для підприємств та галузей, які використовують залізничний транспорт для перевезення своїх товарів.

SQL Server Management – це інтегроване середовище для керування будь-якою інфраструктурою SQL, від SQL Server до баз даних SQL Azure. створення запитів та скриптів.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОХРАХУНКУ ОБІГУ ВАГОНІВ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Обґрунтування вибору методів теоретичних та експериментальних досліджень, програмного забезпечення

Розробимо алгоритм послідовності виконання завдань для автоматизації обігу вагонів. При розробці будь якого завдання треба розбити роботу на 3 складові:

- розуміння що нам треба на виході;
- розуміння що нам треба на виході;
- розробка.

Для розуміння що треба на виході після автоматизації, була проведена зустріч з керівництвом на підприємстві та складено протокол зустрічі відображений у додатку Б. На зустрічі створили розумову карту, яка відображена на рисунку 3.1 та бізнес-модель у Canvas Model на рисунку 3.2, та чітко оговорили, що потрібно бачити та як хотілось би працювати в цій системі.

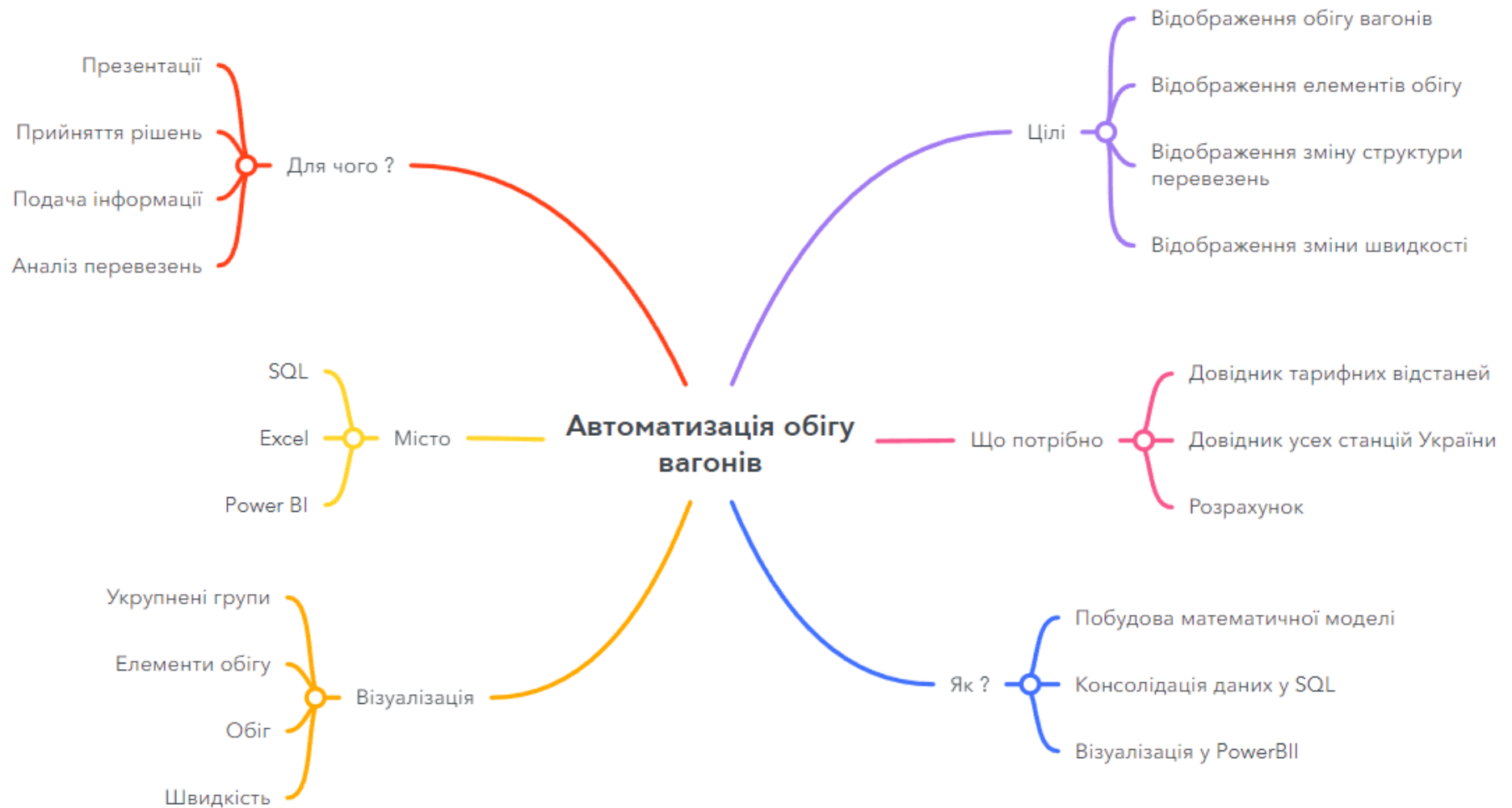


Рисунок 3.1 – Розумова карта бачення автоматизації

<p>Проблеми:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Незручність аналізу обігу 2. Необхідно багато часу для розрахунку 3. Великий ризик недостовірної інформації через людський фактор 4. Неможливість прийняття оперативних рішень 	<p>Рішення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробити БД в SQL 2. Імпортувати данні в PowerBI 3. Автоматизувати розрахунок середньовагомих показників за допомогою мат. моделі. 	<p>Унікальність ціннісної пропозиції :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Унікальність розробленої розробки, виконаної за специфікою МІШ 2. Відсутність аналогових систем 3. Швидке прийняття рішень для розгляду комерційної пропозиції клієнтом 4. На основі коректного розрахунку обігу - більш точніший розрахунок оренди необхідного парку. 5. За допомогою нової моделі можна будувати більшу прозору тривалої роботи з клієнтами 	<p>Прихована перевага :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Люба аналогічна система - комерційна таємниця, тому її не оприлюднюють 2. Простота у підтримці та користуванні 3. Коректність розрахунку 4. Великий потенціал на розширення у системі SAP 	<p>Сегмента споживачів :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Комерційна дирекція МІШ 2. Операційна дирекція МІШ
	<p>Ключові метрики:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Збільшення потенційних контрагентів 2. Збільшення прибутку компанії 3. Можливість прийняття позитивних рішень для МІХ на підставі апелювання даними на базі обігу 		<p>Канали комунікацій :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Канали комунікації виключно для компанії МІШ тому що данні в системі - комерційна таємниця 	
<p>Структури витрат:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Витрат на розробку не має залишитися модель буде розроблена та впроваджена мною (у 2021 р. МІД була оцінена розробка тільки мат. моделі в 700 тис.грн.) 2. Заробітна плата працівника за 48 часів на мат. модель 3. Розробка БД та розробка дашборда у Power BI 2 міс. 			<p>Потоки виручки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Збільшенні доходних частини 2. Збільшення перевезень 	

Рисунок 3.2 – Canvas Model автоматизації розрахунку обігу вагонів

Структурувавши всю інформацію і поки що опустивши логіку розробки алгоритму, можемо визначити, що нам необхідно бачити:

- середньозважений обіг вагонів по кожній укрупненій групі з можливістю перегляду елементів обігу;
- середньозважені елементи обігу в цілому;
- середньозважену швидкість вагонів;
- середньозважені тарифні відстані для орієнтування в зміні структури перевезення.

Побудуємо IDEF0 діаграму процесу формування консолідованої інформації з обігу вагонів на рис. 3.3 та визначимо, як проходить весь процес та на якій ділянці у нас буде забезпечена автоматизація обробки даних, щоб не втратити важливі потоки даних [10-12, 34,35].

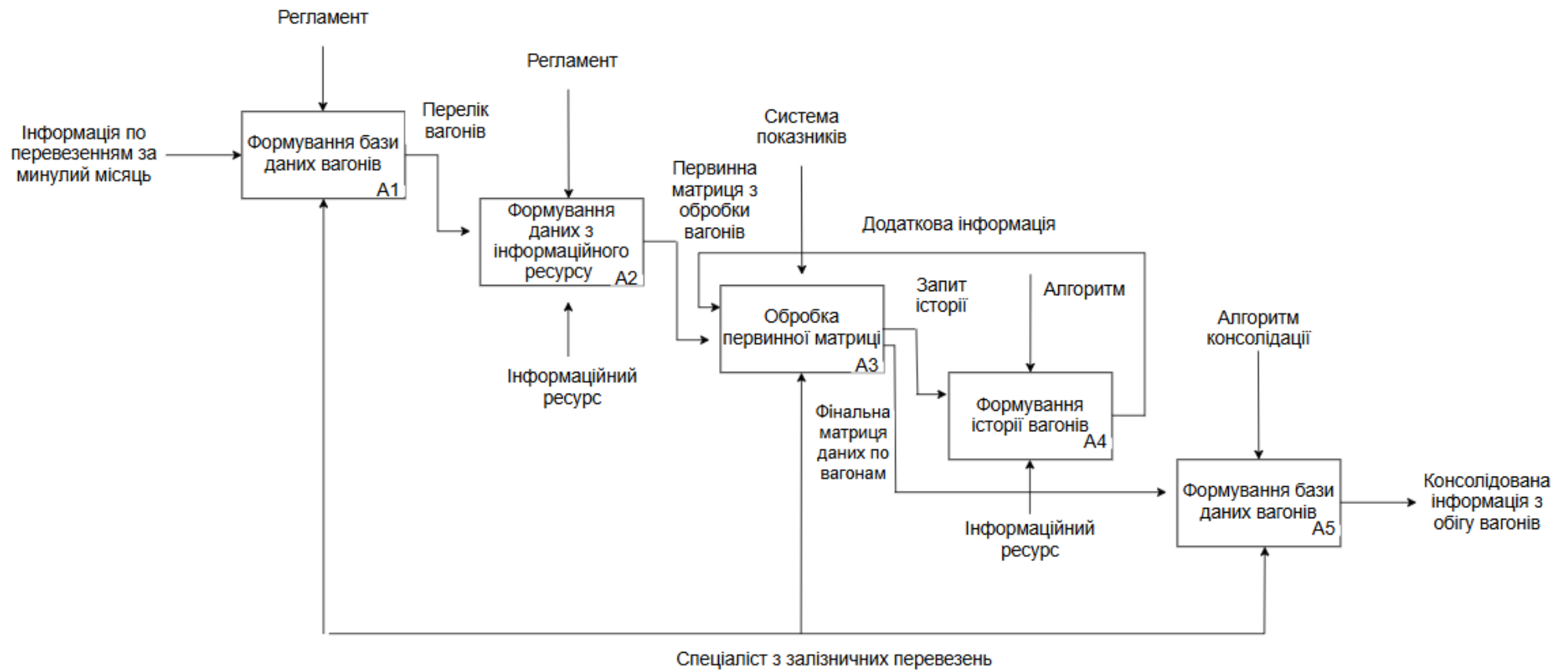


Рисунок 3.3 – IDEF0 Діаграма процесу формування консолідованої інформації з обігу вагонів

Розробимо контекстну діаграму на рисунку 3.4 та створимо Use case діаграму на рисунку 3.5 для аналізу того, як актори будуть взаємодіяти.

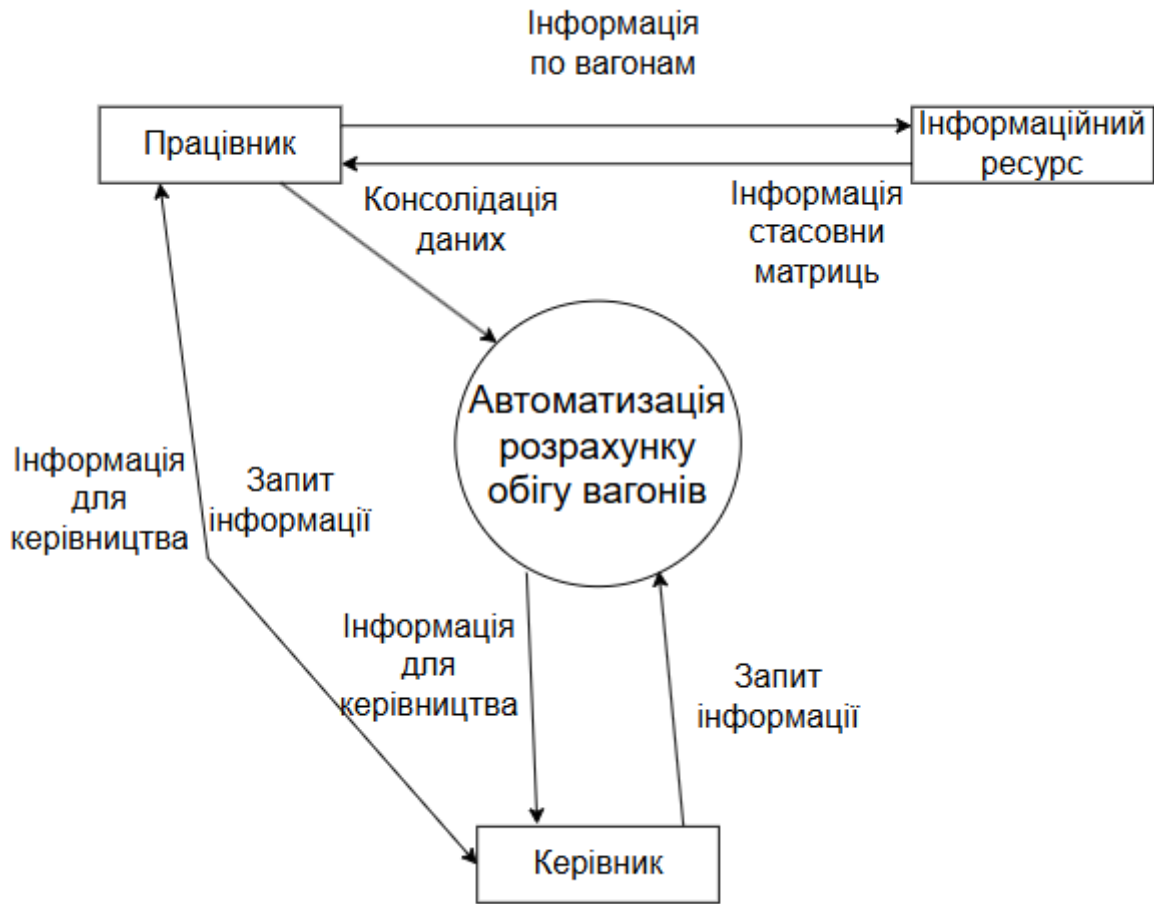


Рисунок 3.4 – Контекстна діаграма процесу

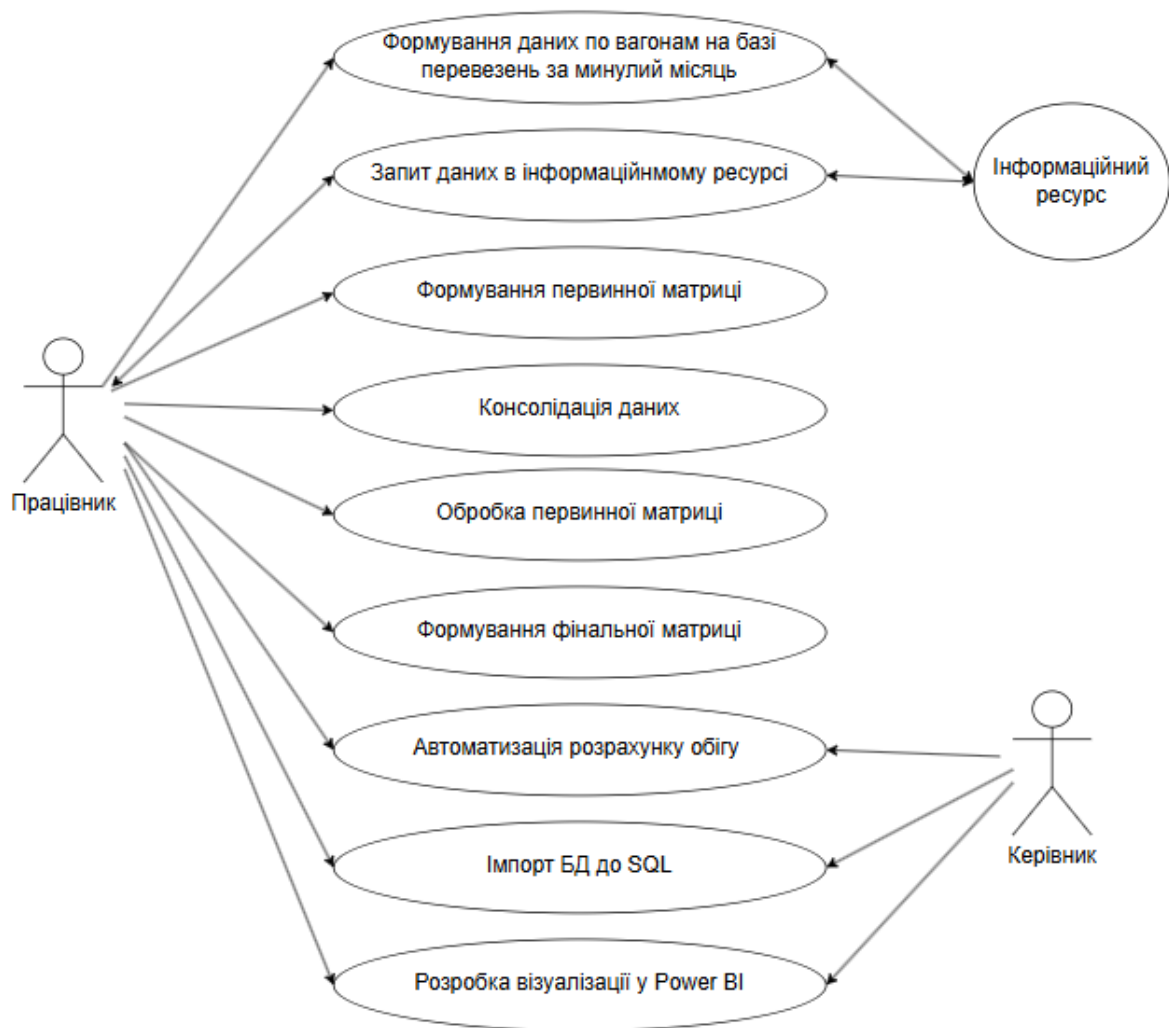


Рисунок 3.5 – Use case діаграма взаємодії акторів системи

Сам процес починається з того, що по закінченню місяця працівники МІШ обробляють усі перевезення по напрямкам. Після визначення напрямлень аналізуються дані в інформаційному ресурсі для обробки та заповнювання часу по руху вагону (цей час і необхідний нам для розрахунку фінальної матриці). Після консолідації даних, ми отримуємо первинну матрицю, котру треба обробити та допрацювати через часткову відсутність даних у системі. Після допрацювання, ми отримуємо фінальну матрицю з обігу вагонів по напрямленням, як показано на рисунку 3.6.

Месяц	Месяц название	Код станции отправле	Код станции назначе	Груз код	ТН	ВГ	Станция погрузки (сут)	Следование груз. (сут)	Станция выгрузки (сут)	Следова ние порож. (сут)	Оборот . сут
01.11.2023	Ноябрь 2023	480005	450709	324118	321	5	1.4	3.5	0.0	0.0	5.0

Рисунок 3.6 – Фінальні дані матриці з обігу вагонів

Тепер нам необхідно розробити автоматичний розрахунок усіх показників, котрі були відзначені у протоколі зустрічі на підприємстві.

3.2 Математична модель для автоматизації розрахунку обігу вагонів

Проаналізувавши усі дані, які були накопичені, та у відповідності до задач дослідження, було сформульовано алгоритм побудови самої автоматизованої моделі. На першому етапі потрібно було зробити 4 довідника:

- довідник усіх станцій в Україні, результат його створення наведено на рисунку 3.7 [4,5,9,21];

код станци	код дороги	станция	страна
349908	22	Чигинок	Украина
350002	22	Здолбунов	Украина
350106	22	Озеряны	Украина
350208	22	Мизоч	Украина

Рисунок 3.7 – Довідник залізничних станцій України

- довідник вантажів зображено на рисунку 3.8;

Код гру	Груз
232465	Щебень гранитный фракции 10x20
316069	Лом черных металлов для пакетирования

Рисунок 3.8 – Довідник вантажів які задіяні на перевезеннях групи MIX

– довідник тарифних відстаней для оцифрування частини дашборду зі зміною структури перевезень (рис. 3.9) [32];

Станция отправления	Код станции отправления	Станция Назначения	Код станции назначения	Тариф. расст.
Павлоград I	454502	Джулинка	409600	674
Павлоград I	454502	Кавуны	413409	493
Передаточная	463501	Харьков-Лиски	449909	414

Рисунок 3.9 – Довідник тарифних відстаней між станціями України

– довідник укрупнених груп перевезень, наведено на рисунку 3.10.;

Код станция отправления	Станция отправления	Код станция назначения	Станция назначения	Код груза	Груз	Признак группы 1 (Общий)	Признак группы 2 (Разбивка)
493102	Доброполье	458007	Запорожье-Каменское	181113	УГОЛЬ КАМЕННЫЙ МАРКИ Г-ГАЗО	угли Украина	
493102	Доброполье	460005	Запорожье-Левое	181113	УГОЛЬ КАМЕННЫЙ МАРКИ Г-ГАЗО	угли Украина	
493102	Доброполье	482803	Авдеевка	181113	УГОЛЬ КАМЕННЫЙ МАРКИ Г-ГАЗО	угли Украина	
494707	Шевченко	451701	Правда	531060	СОЛЬ ТЕХНИЧЕСКАЯ (СОЛЬ КАМЕ	Прочие	

Рисунок 3.10 – Довідник укрупнених груп перевезень на перевезеннях групи MIX

У останньому довіднику було розроблено дві ознаки для того, щоб агрегувати дані у декількох представлення згідно вимогам замовника. Тобто, укрупнена група – це ряд напрямлень між станціями України, які відвантажують певні вантажі з отримувачами в регіональній близькості

між собою.

Далі треба створити візуалізацію того, що ми отримуємо на виході. Спочатку розробимо основну візуалізацію середньозважений обігу з можливістю перегляду усіх елементів обігу на будь якій укрупненій групі, як зображено на рисунку 3.11. Усі показники в цілях конфіденційності наведено для прикладу. Для зручності зробимо підсвітку показників, які погіршилися, як показано на прикладі, наведеному на рисунку 11.

Ср. взв. Оборот								
Укрупнённые группы	Январь 2024	Февраль 2024	Март 2024	Апрель 2024	Average	Δ, Апрель - Average	Апрель - Март (2024)	
Европа	5.0	8.0	10.0	20.0	10.8	9.2	10.0	
Время на станции погрузки	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Время следования груз.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Время на станции выгрузки	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Время следования порож.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ВГП	5.0	8.0	20.0	10.0	10.8	-0.8	-10.0	
Азия	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ост	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Аглоруда	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Кокс	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Флюсы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Металл	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
порты ЧМ+Измвил	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Внутренний рынок	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Западные п/переходы	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Прочие	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Продажа	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Итого ср.взв	0.0	0.0	10.0	15.0	0.0	0.0	0.0	

Рисунок 3.11 – Средньозважений обіг на укрупнених групах

Далі розробимо наступну візуалізацію для елементів обігу в цілому, результат наведено на рисунку 3.12. Для зручності зробимо підсвітку показників, які погіршилися, як показано на цьому рисунку [27,28]. Також, виведемо відсоток поліпшення або погіршення елементів обігу в порівнянні з минулим місяцем.

Ср. взв. Оборот								
Элементы оборота	Январь 2024	Февраль 2024	Март 2024	Апрель 2024	Average	Δ, Апрель - Average	Апрель - Март (2024)	
Пользование на станции погрузки	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%
Время следования груз.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0%
Пользование при выгрузке	5.0	8.0	10.0	20.0	10.8	9.2	10.0	100%
Время следования порож.	5.0	8.0	20.0	10.0	10.8	-0.8	-10.0	-50%
Итого ср.взв	0.0	0.0	10.0	15.0	0.0	0.0	0.0	

Рисунок 3.12 – Элементы обігу вагонів

Наступною розробимо візуалізацію зміни структури перевезень (рис. 3.13). Логіка цих даних дуже проста – чим більше відрізняються показники між місяцями по одній укрупненій групи, тим більше зміна структури перевезень, тобто доля перевезення вантажу було змінено між відправником або одержувачем.

Ср. взв. тариф. рас.								
Укрупнённые группы	Январь 2024	Февраль 2024	Март 2024	Апрель 2024	Average	Δ, Апрель - Average	Апрель - Март (2024)	
угли Порт ЧМ	0	0	0	0	0	0	0	
угли ММТП	0	0	0	0	0	0	0	
угли Украина	0	0	0	0	0	0	0	
ГОК	0	0	0	0	0	0	0	
Европа	250	100	900	200	363.0	-163.0	-700.0	
ВГП	250	100	200	900	363.0	537.0	700.0	
Азия	0	0	0	0	0	0	0	
Ост	0	0	0	0	0	0	0	
Аглоруда	0	0	0	0	0	0	0	
Кокс	0	0	0	0	0	0	0	
Флюсы	0	0	0	0	0	0	0	
Продажа	0	0	0	0	0	0	0	
Металл	0	0	0	0	0	0	0	
порты ЧМ+Измаил	0	0	0	0	0	0	0	
Внутренний рынок	0	0	0	0	0	0	0	
Западные п/переходы	0	0	0	0	0	0	0	
Прочие	0	0	0	0	0	0	0	
	150	100	550	600	363	187	0	

Рисунок 3.13 – Зміна структури перевезень на укрупнених групах

Останнім блоком розробимо розрахунок швидкості та покажемо його на рисунку 3.14.

Укрупнённые группы	Ср.взв. скорость					Average	Δ, Апрель - Average	Апрель - Март (2024)
	Январь 2024	Февраль 2024	Март 2024	Апрель 2024				
угли Порт ЧМ	0	0	0	0		0	0	0
угли ММТП	0	0	0	0		0	0	0
угли Украина	0	0	0	0		0	0	0
ГОК	0	0	0	0		0	0	0
Европа	200	190	300	100		198	-98.0	-200.0
ВГП	200	190	100	300		198	102.0	200.0
Азия	0	0	0	0		0	0	0
Ост	0	0	0	0		0	0	0
Аглоруда	0	0	0	0		0	0	0
Кокс	0	0	0	0		0	0	0
Флюсы	0	0	0	0		0	0	0
Продажа	0	0	0	0		0	0	0
Металл	0	0	0	0		0	0	0
порты ЧМ+Измаил	0	0	0	0		0	0	0
Внутренний рынок	0	0	0	0		0	0	0
Западные п/переходы	0	0	0	0		0	0	0
Прочие	0	0	0	0		0	0	0
	200	190	200	200		198	2	0

Рисунок 3.14 – Динаміка зміни швидкості на укрупнених групах

Тепер, коли я зробив усю підготовчу роботу, почнемо прописувати логіку розрахунку кожного показника [17].

Спочатку прив'яжемо наші довідники до БД.

Довідник станцій – це довідник де розташовані усі станції України. Зробимо автоматичне розпізнавання станції за формулою 3.1.

$$\text{ЕСЛИОШИБКА(ВПР(Ф8099,'9000+станций'!A2:F9300,6,0);0) \quad (3.1)}$$

Де:

Ф8099 – пошукове значення в функції ВПР;

'9000+ станций'!\$A\$2:\$F\$9300,6,0 – діапазон довідника, де підтягнути треба 6 стовпчик по повному співпадінню пошукового значення зі значеннями у першому стовпчику (0).

Функція «ЕСЛИОШИБКА» – нам поверне значення 0 якщо даної станції нема у довіднику. Це також підстраховує нас від того, якщо в

довідник потраплять станції які не належать до станцій України, то треба їх видалити [22].

Таким чином, ми автоматично розпізнаємо усі станції за назвою. На території України майже 2 тис станцій, тому таке розпізнавання дуже корисне щоб не запам'ятовувати коди на назви усіх станцій. Данну формулу треба застосувати 2 рази: для станцій призначення, та станцій відвантаження. Додатково час від часу можуть з'являтися нові станції з нашого переліку у довіднику. Це трапляється через те, що не всі станції задіяні в перевезень вантажів групи МІХ. У зв'язку з цим, зробимо зведену таблицю від цих станції з ознакою «0» щоб зведена таблиця автоматично нам відображала нові станції які необхідно додати до довідника.

Довідник вантажів. Цей довідник виконує таку саме роль як і довідник станцій, лише з тією різницею, що тут відображається назва вантажу за кодом ЕТСНГ. Покажемо приклад формули 3.2, яку можна застосувати для цього довідника.

$$\text{ЕСЛИОШИБКА(ВПР(N7434,'справочнкгрузов'!\$B\$6:\$C\$1048576,2,0),0),0) \quad (3.2)$$

Де:

N7434 – код ЕТСНГ вантажу ;

'справочник грузов'!\\$B\\$6:\\$C\\$1048576,2,0 – посилання на діапазон у довіднику з відображенням точних даних зі другого стовпчика з точним пошуком.

Довідник укрупнених груп. На базі вже розпізнаних станцій за назвою, можемо зробити автоматичне розпізнання напрямків від станції відвантаження та станцій призначення. При цьому слід зазначити, що в необхідній формі розрахунку обігу в нас є 2 рівня ознаки, тому нам треба зробити дві формули: формулу 3.3 для розпізнання першого рівня, та

формулу 3.4 для розпізнання другого рівня.

$$\text{ЕСЛИОШИБКА(ВПР(СЦЕПИТЬ(F8091,"-",J8091,"-",N8091),'Справочникукруп.групп+оператор'!I3:K1048576,2,0),0)} \quad (3.3)$$

Де:

F8091," - ",J8091," - ",N8091 – зчеплення станції відвантаження, станції призначення та вантажу. Вантаж необхідний, щоб розуміти, яку ознаку треба ставити у довіднику. Наприклад, ми можемо везти флюси на МК, а можемо металобрухт. Флюси будуть ознакою «Флюси Західної України», а металобрухт «Інші». Розбиття ознак за даним прикладом також можна пояснити тим, що флюси, ЖРС, аглоруда та інші вантажі відвантажуються маршрутом, а вапно, металобрухт та інші відвантажуються повагонно (у виключному випадку груповано).

'Справочник укруп.групп+оператор'!\$I\$3:\$K\$1048576,2,0 – пошуковий діапазон у довіднику укрупнених груп 1 ознаки з вимогою точно знайти співпадіння у першому стовпчику та відобразити ознаку із другого стовпчика;

Функція «ЕСЛИОШИБКА» – нам поверне значення 0, якщо даної станції нема у довіднику. Це також підстраховує нас від того, якщо в довідник потраплять станції, які не належать до станцій України, то треба їх видалити.

$$\text{ВПР(СЦЕПИТЬ(F8091,"-",J8091,"-",N8091),'Справочникукруп.групп+оператор'!I3:K1048576,3,0)} \quad (3.4)$$

Де:

F8091," - ",J8091," - ",N8091 – пояснення наведені вище.

'Справочник укруп.групп+оператор'!\$I\$3:\$K\$1048576,3,0 – пошуковий діапазон у довіднику укрупнених груп 1 ознаки з вимогою

точна знайти співпадіння у першому стовпчику та відобразити признак із третього стовпчика;

Періодично можуть з'являтися нові відправники, в котрих є необхідний вантаж для підприємств. У разі появи таких станцій дуже незручно їх буде шукати вручну. Зробимо ідентифікатор таких станцій за формулою 3.5, а саме у стовпчику, де виконується розрахунок першої ознаки. Це необхідно саме там, тому що якщо першої ознаки нема, то ознаки 2 автоматично не буде, тому зайвий раз навантажувати розрахунок не будемо.

ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСКПОЗ(0,F5:F1048576))=ЛОЖЬ,ИСТИНА,"Д (3.5)
обавь станцию в справочник укрупненной группы+")

Де:

ПОИСКПОЗ(0,F5:F1048576) – діапазон пошуку 0 (тому що в формулі на відображення першої ознаки було прописано вимога що «якщо даних у довіднику нема – відобрази 0»).

ЛОЖЬ,ИСТИНА – відображення «ИСТИНА» якщо формула знайшла 0 у заданому діапазоні, та «ЛОЖЬ» якщо ні.

В умовному форматуванні потрібно також прописати формулу 3.6 для замальовування цієї клітинки, як зображено на рисунку 3.15, в залежності від умови «ИСТИНА» або «ЛОЖЬ».

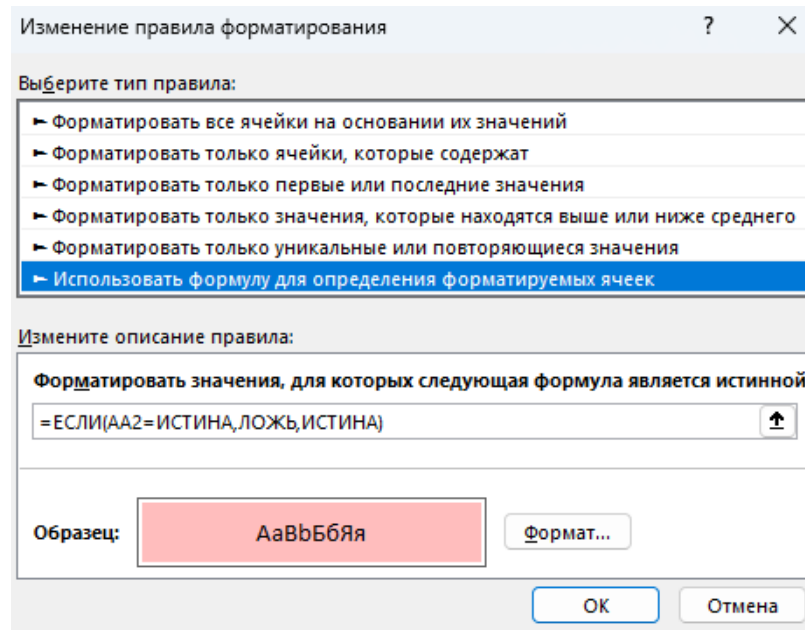


Рисунок 3.15 – Умове форматування для довідника укрупнених груп

$$\text{ЕСЛИ(АА2=ИСТИНА,ЛОЖЬ,ИСТИНА)} \quad (3.6)$$

Де:

АА2 – комірка, яка робить розрахунок;

ИСТИНА,ЛОЖЬ,ИСТИНА – формула замальовує комірку, якщо в ній слово «ИСТИНА», та оставляє незамальованою, якщо ні.

Після того як користувач побачить кольоровий індикатор, він зверне увагу на коментар у комірці, та добавить необхідний унікальний ідентифікатор до довідника з укрупнених груп.

На підставі вже виконаної роботи ми зробимо зчеплення розрахункового місяця з ознаками першого та другого рівня за допомогою формул 3.7 та 3.8.

$$\text{СЦЕПИТЬ(Е7432,АА7432)} \quad (3.7)$$

Де :

Е7432 – місяць;

AA7432 – ознака 1 рівня.

СЦЕПИТЬ(E7432,AB7432) (3.8)

Де :

E7432 – місяць;

AB7432 – ознака 2 рівня.

Довідник тарифних відстаней. Необхідний для розрахунку блоку з швидкостями та змінами структури перевезень. Сам довідник являє собою набір станцій із логіки «від-до» з тарифною відстанню між ними. Розробимо формули, за якими будуть обчислюватися тарифні відстані між станціями відвантаження й призначеннями та швидкість. Формулу для відображення тарифної відстані пояснимо у формулі 3.9:

ЕСЛИОШИБКА(ВПР(СЦЕПИТЬ(F7432," ",J7432),'Справочник тариф. раст.!'\$E\$2:\$F\$1048576,2,0),0)) (3.9)

Де:

СЦЕПИТЬ(F7432," ",J7432) – зчеплення (конкатенація) найменувань станції відправлення та станції призначення;

'Справочник тариф. раст.!'\$E\$2:\$F\$1048576,2,0 – пошуковий діапазон у довіднику тарифних відстаней з вимогою знайти точне співпадіння у першому стовпчику та відобразити ознаку із другого стовпчика;

Функція «ЕСЛИОШИБКА» – нам поверне значення 0, якщо даних станцій немає у довіднику.

Також розробимо формулу 3.10 для ідентифікацій нових напрямків по аналогу, як робили для довідника з укрупнених груп:

ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСКПОЗ(0,\$АС\$5:\$АС\$1048576))=ЛОЖЬ,ИСТИНА,"Добавь тариф.рас.") (3.10)

Де:

ПОИСКПОЗ(0,\$АС\$5:\$АС\$1048576 – діапазон пошуку 0 (тому що в формулі на відображення тарифної відстані була прописана вимога що «якщо даних у довіднику нема – відобрази 0»).

ЛОЖЬ,ИСТИНА – відображення «ИСТИНА», якщо формула знайшла 0 у заданому діапазоні, та «ЛОЖЬ» якщо ні.

В умовному форматуванні можна також прописати формулу 3.11 для замальовування цієї клітинки, як на рисунку 3.16, в залежності від виконання умови «ИСТИНА» або «ЛОЖЬ».

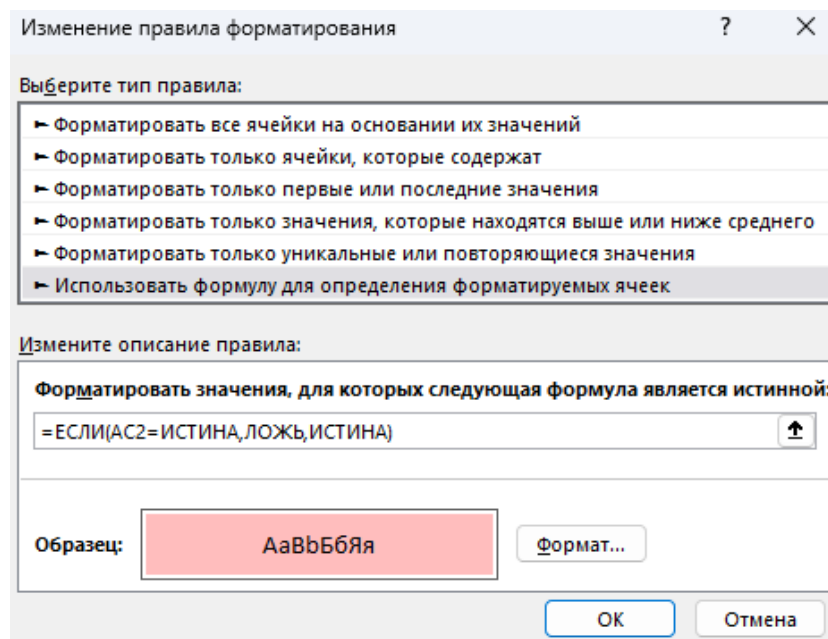


Рисунок 3.16 – Умовне форматування для довідника тарифних відстаней

ЕСЛИОШИБКА(АС7433/С7433,"") (3.11)

Де:

АС7433 – тарифна відстань;

С7433 – слідування вагонів у навантаженому стані.

Тепер, коли ми підключили за допомогою формул усі довідники, зробимо розрахунок середньозваженого обігу за ознакою «вугілля на порти чорного моря» формулою 3.12:

$$\begin{aligned} & \text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$V\$5:\$V\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$104857 \\ & 6*('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576=\text{СЦЕПИТЬ}(\text{Титульныйобороты}!'D\$7,' \quad (3.12) \\ & \text{Титульныйобороты}!'C\$8)))/\text{СУММЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$104 \\ & 8576,'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576,\text{СЦЕПИТЬ}('Титульный \\ & \text{обороты}!'D\$7,'Титульный обороты'!'C\$8)) \end{aligned}$$

Де:

'2023'!\\$V\\$5:\\$V\\$1048576 – діапазон обігу вагонів у БД;

'2023'!\\$Q\\$5:\\$Q\\$1048576 – кількість вагонів у БД;

'2023'!\\$B\\$5:\\$B\\$1048576 – діапазон ознака укрупненої групи у БД;

'Титульныйобороты'!'D\\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків;

'Титульныйобороты'!'C\\$8 – назва укрупненої групи у таблиці розрахунків.

Таким чином ми зробили розрахунок середньозваженого обігу у січні за ознакою «вугілля на порти чорного моря», але нам треба ще відобразити елементи цього середньозваженого обігу які приведемо формулами 3.13-3.16.

$$\begin{aligned} & \text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$R\$5:\$R\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$10485 \\ & 76*('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576=\text{СЦЕПИТЬ}('Титульныйобороты'!'D \quad (3.13) \\ & \$7,'Титульныйобороты'!'C\$8)))/\text{СУММЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q \\ & \$1048576,'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576,\text{СЦЕПИТЬ}('Титульныйоборо \\ & ты'!'D\$7,'Титульный обороты'!'C\$8)) \end{aligned}$$

Де:

'2023'!\$R\$5:\$R\$1048576 – діапазон елемента по станції навантаження у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 – діапазон укрупненої групи першого рівня у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків;

'Титульный обороты'!\$C\$8 – назва укрупненої групи у таблиці розрахунків.

$$\text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$S\$5:\$S\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 * ('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 = \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8))) / \text{СУММЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576, '2023'!\$B\$5:\$B\$1048576, \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8)) \quad (3.14)$$

Де:

'2023'!\$S\$5:\$S\$1048576 – діапазон елемента слідування вагонів у вантажному русі у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 – діапазон укрупненої групи першого рівня у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків;

'Титульный обороты'!\$C\$8 – назва укрупненої групи у таблиці розрахунків.

$$\text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$T\$5:\$T\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 * ('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 = \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8))) / \text{СУММЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576, '2023'!\$B\$5:\$B\$1048576, \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8)) \quad (3.15)$$

Де:

'2023'!\$T\$5:\$T\$1048576 – діапазон елемента по станції призначення у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 – діапазон укрупненої групи першого рівня у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків;

'Титульный обороты'!\$C\$8 – назва укрупненої групи у таблиці розрахунків.

$$\text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$U\$5:\$U\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 * ('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 = \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8))) / \text{СУММЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576, '2023'!\$B\$5:\$B\$1048576, \text{СЦЕПИТЬ}('Титульный обороты'!D\$7, 'Титульный обороты'!\$C\$8)) \quad (3.16)$$

Де:

'2023'!\$U\$5:\$U\$1048576 – діапазон елемента слідування у порожньому стані у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 – діапазон укрупненої групи першого рівня у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків;

'Титульный обороты'!\$C\$8 – назва укрупненої групи у таблиці розрахунків.

За допомогою формул ми змогли розрахувати середньозважений показник усіх вагонів в укрупненій групі «Вугілля на порти чорного моря», а також зробили розрахунок усіх елементів обігу. За аналогією зробимо всі інші розрахунки по усім укрупненим групам з різницею лише у тому, що у укрупнених групах «ГЗК» та «Метал» треба додатково

зробити розрахунок за другою ознакою, тому що ці дві групи найкрупніші і треба додатково слідкувати за потоками цих вантажів додатково по призначенню.

Записавши усі формули по усім укрупненим групам, я отримав першу необхідну візуалізацію розрахунку обігу вагонів за усіма укрупненими групами з додатковим розрахунком усіх елементів обігу (рис. 3.17).

Ср. взв. Оборот				
Укрупнённые группы	Январь 2023	Average	Δ, Январь - Average	Январь - декабрь
угли Порт ЧМ	1.0	10.8	-10.8	0.0
Время на станции погрузки	0.2	1.1	-1.1	0.0
Время следования груз.	0.5	6.0	-6.0	0.0
Время на станции выгрузки	0.2	0.0	0.0	0.0
Время следования порож.	0.1	0.0	0.0	0.0
угли Украина	2.0	7.8	-1.5	-2.1
ГОК	3.0	10.5	-2.7	-1.0
Европа	4.0	14.6	-4.1	-2.0
ВВП	5.0	7.0	-1.3	-2.1
Время на станции погрузки	1.0	1.9	-1.0	-1.6
Время следования груз.	2.0	1.4	0.3	0.2
Время на станции выгрузки	2.0	0.0	1.2	0.2
Время следования порож.	1.0	0.0	1.9	-0.9
Азия	6.0	7.3	0.7	2.1
Ост	7.0	17.7	-7.9	-13.9
Аглоруда	8.0	7.4	-7.4	0.0
Кокс	9.0	9.3	-0.8	0.2
Флюсы	10.0	10.6	0.5	0.0
Металл	11.0	19.6	-4.6	-2.4
порты ЧМ+Измаил	12.0	20.4	-6.1	0.2
Внутренний рынок	13.0	16.3	-2.2	-2.9
Западные п/переходы	14.0	22.2	-4.2	-7.5
Прочие	15.0	16.3	-3.4	-1.5
Продажа	16.0	9.8	-1.3	-2.4
Итого ср.взв	12.7	11.6	-2.4	-1.2

Рисунок 3.17 – Заповнена перша візуалізація з обігу вагонів (дані умовні)

Також зробимо для аналізу порівняння останнього місяця з середніми показниками по року, а також порівняння двох останніх місяців. Розробимо візуалізацію з елементів обігу по усім укрупненим групам формулами 3.17-3.20.

СУММПРОИЗВ('2023'!\$R\$5:\$R\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576*('2023'!\$E\$5:\$E\$1048576='Титульный обороты'!D\$7))/СУММ (3.17)
ЕСЛИМН('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576,'Титульный обороты'!D\$7)

Де:

'2023'!\$R\$5:\$R\$1048576 – діапазон елемента по станції навантаження у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576 – діапазон місяця у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків.

СУММПРОИЗВ('2023'!\$S\$5:\$S\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576*('2023'!\$E\$5:\$E\$1048576='Титульный обороты'!D\$7))/СУММ (3.18)
ЕСЛИМН('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576,'Титульный обороты'!D\$7)

Де:

'2023'!\$S\$5:\$S\$1048576 – діапазон елемента слідування вагонів у вантажному русі у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576 – діапазон місяця у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків.

СУММПРОИЗВ('2023'!\$T\$5:\$T\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576*('2023'!\$E\$5:\$E\$1048576='Титульный обороты'!D\$7))/СУММ (3.19)
ЕСЛИМН('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576,'Титульный обороты'!D\$7)

Де:

'2023'!\$T\$5:\$T\$1048576 – діапазон елемента по станції призначення у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576 – діапазон місяця у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків.

СУММПРОИЗВ('2023'!\$U\$5:\$U\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576*('2023'!\$E\$5:\$E\$1048576='Титульный обороты'!D\$7))/СУММ (3.20)
ЕСЛИМН('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576,'Титульный обороты'!D\$7)

Де:

'2023'!\$U\$5:\$U\$1048576 – діапазон елемента слідування у порожньому стані у БД;

'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\$E\$5:\$E\$1048576 – діапазон місяця у БД;

'Титульный обороты'!D\$7 – назва місяця у таблиці розрахунків.

Прописавши ці 4 формули ми розробили ще одну візуалізацію яку покажемо на рисунку 3.18. Також зробимо для аналізу порівняння останнього місяця з середніми показниками по року, а також порівняння двох останніх місяців.

Ср. взв. Оборот				
Элементы оборота	Январь 2023	Average	Δ, Январь - Average	Январь - декабрь
Пользование на станции погрузки	1.0	1.8	-0.3	-0.4
Время следования груз.	2.0	4.8	-0.7	-0.2
Пользование при выгрузке	3.0	1.8	-0.5	-0.1
Время следования порож.	4.0	3.1	-0.8	-0.5
Итого ср.взв	12.7	11.6	-2.4	-1.2

Рисунок 3.18 – Візуалізація з автоматичного розрахунку елементів обігу по місяцям (дані умовні).

Напишемо формули для розрахунку візуалізації зі зміни структури перевезень. Зміни в структурі перевезень можуть бути доволі часті та залежать від багатьох факторів. У різні місяці можуть бути різні відправники за рахунок ціни сировини, зміни ситуації у зв'язку з війною, зміни перевезення по УЗ у зв'язку з ремонтом дільниці на маршруті та інші. Тому слідкувати за зміною структури перевезення дуже важливо і це напряду може впливати на обіг вагонів. Наприклад аналізуючи відповідні місяці необхідно порахувати необхідний парк який треба задіяти на перевезення вантажу. В візуалізації «Обіг вагонів по укрупненим групам», ми бачимо що обіг по цій укрупненій групі був від 2 до 7 діб. Подивившись у цю візуалізацію ми зможемо побачити збільшення середньозважених показників тарифних відстаней , тому можемо стверджувати, що обіг збільшився за рахунок того що ми відвантажували той же самий вантаж від іншого відправника котрий територіально значно далі від споживача.

Припишемо формулу 3.21 для розрахунку середньозважених показників тарифних відстаней.

$$\frac{\text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$AC\$5:\$AC\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576 * ('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576 = \text{СЦЕПИТЬ}(D\$4,\$C\$7)))}{\text{СУММЕ}} \quad (3.21)$$

$$\frac{\text{СЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576, \text{СЦЕПИТЬ}(D\$4,\$C\$7))}{\text{СУММЕ}}$$

Де:

'2023'!\\$AC\\$5:\\$AC\\$1048576 – діапазон тарифних відстаней у БД;

'2023'!\\$Q\\$5:\\$Q\\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\\$B\\$5:\\$B\\$1048576 – діапазон зчеплення місяця та ознаки першого рівня у БД;

СЦЕПИТЬ(D\$4,\$C\$7) – зчеплення місяця та укрупненої групи у третій формі візуалізації.

Аналогічною формулою можна розрахувати всі укрупнені групи з різницею лише в розрахунку першого або другого рівня укрупненої групи по аналогії як ми розраховували обіг вагонів.

Прописавши усі формулі ми отримуємо третю візуалізацію яку зображено на рисунку 3.19. Також зробимо для аналізу порівняння останнього місяця з середніми показниками по року, а також порівняння двох останніх місяців.

Элементы оборота	Ср.взв. тариф.рас.				
	Январь 2023		Ср.взв. за год	ΔЯнварь - Ср. взв. за год	Январь - Декабрь
угли Порт ЧМ	1		10	-10	0
угли ММТП	2		9	-9	0
угли Украина	3		8	209	-10
ГОК	4		7	708	-27
Европа	5		6	1248	3
ВГП	6		5	248	19
Азия	7		4	766	-7
Ост	8		3	940	-9
Аглоруда	9		2	-2	0
Кокс	10		1	377	148
Флюсы	11		0	962	-6
Продажа	12		-1	444	-133
Металл	13		-2	797	-34
порты ЧМ+Измаил	14		-3	931	-90
Внутренний рынок	15		-4	371	-65
Западные п/переходы	16		-5	1209	-41
Прочие	17		-6	910	100
	18		20	656	0

Рисунок 3.19 – Візуалізація зміни структури перевезення (дані умовні).

Тепер приступимо к розробці останньої візуалізації по швидкості вагонів. Від швидкості вагону може заложити обіг, тому що чим довше вагон знаходиться в русі, тим більше обіг, а чим більше обіг, тим більше компанія тратить коштів. Швидкість вантажів це доволі гнучкий показник тому що на нього можна впливати через діалог з дорогою або через диспетчерській відділ займатися просуванням потягів.

Напишемо аналогічну формулу 3.22 як і при розрахунку середньозважених тарифних відстаней .

$$\frac{\text{СУММПРОИЗВ}('2023'!\$A\$5:\$A\$1048576,'2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576*('2023'!\$B\$5:\$B\$1048576=\text{СЦЕПИТЬ}(D\$4,\$C\$26)))/\text{СУММ}(\text{ЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576,\text{СЦЕПИТЬ}(D\$4,\$C\$26)))}{\text{СУММ}(\text{ЕСЛИМН}('2023'!\$Q\$5:\$Q\$1048576,'2023'!\$B\$5:\$B\$1048576,\text{СЦЕПИТЬ}(D\$4,\$C\$26)))}$$
 (3.22)

Де:

'2023'!\\$A\\$5:\\$A\\$1048576– діапазон швидкості у БД;

'2023'!\\$Q\\$5:\\$Q\\$1048576 – діапазон кількості вагонів у БД;

'2023'!\\$B\\$5:\\$B\\$1048576 – діапазон зчеплення місяця та ознаки першого рівня у БД;

СЦЕПИТЬ(D\$4,\$C\$26)– зчеплення місяця та укрупненої групи у четвертій формі візуалізації.

Прописавши усі формулі ми отримаємо четверту візуалізацію яку зображено на рисунку 3.20. Також зробимо для аналізу порівняння останнього місяця з середніми показниками по року, а також порівняння двох останніх місяців.

Ср.взв. скорость				
Элементы оборота	Январь 2023	Ср.взв. за год	ΔЯнварь - Ср. взв. за год	Январь - Декабрь
Угли Порт ЧМ	10	40	-40	0
Угли ММТП	20	50	-50	0
Угли Украина	30	60	44	33
ГОК	40	70	134	-43
Европа	50	80	161	26
ВГП	60	90	66	-2
Азия	70	100	121	-156
Ост	80	110	60	35
Аглоруда	90	120	-120	0
Кокс	100	130	-46	30
Флюсы	110	140	4	0
Продажа	120	150	-47	-9
Металл	130	160	-32	3
порты ЧМ+Измаил	140	170	-4	-29
Внутренний рынок	150	180	-129	-9
Западные п/переходы	160	190	-37	48
Прочие	170	200	-50	15
	180	210	-45	-14

Рисунок 3.20 – Візуалізація зміни швидкості по укрупненим групам (дані умовні).

Наприкінці розробки можемо зробити новий SWOT аналіз розрахункової системи (рис. 3.21) та подивитись що змінилось.

SWOT аналіз нової системи

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> 1. Орієнтування у потоках 2. Орієнтування у напрямках та оборотах операторів 3. Зручність перегляду 4. Час обробки даних - мінімальний 5. Можливість робити додаткові аналітичні звіти на базі накопиченої статистики 6. Консолідація даних в одному місці 7. Можливість накопичення 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Підтримка 2. Великий файл
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> 1. Аналіз 2. Можливість перегляду та доопрацювання самостійно 3. Потенційне збільшення відвантажування через бистроту обробки для клієнтів 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Збій у програмі

Рисунок 3.21 – SWOT аналіз нової системи

В новій системі ми проаналізували всі слабкі сторони минулого SWOT аналізу та перетворили їх у сильні сторони. За допомогою нової розрахункової системи, людський фактор мінімізовано через те, що все роблять логічні формули, котрі співпрацюють друг з другом. Для роботи працівнику треба лише скопіювати дані з нового місяця, протягнути формули у формі, та додати, якщо будуть, нові данні у довідники, котрі підкажуть замальовані комірки.

3.3 Імпортування даних до SQL Server

У даній системі розрахунку обігу вагона є один доволі значний недолік – великий об'єм файлу. Файл розраховано на вміст інформації від одного року, але чим більше в ньому даних, тим довше він може обробляти діапазони отже і час розрахунку показників може доходити від 1 до 5 хв. Це не значна проблема на фоні безлічі плюсів, але ми можемо допрацювати цю систему і створити сховище БД у SQL Server [14,15,24] .

Спочатку нам треба правильно встановити SQL Server та SQL Server Management Studio. Порядок та етапи встановлення програмного забезпечення наведено у додатку Д.

Створимо базу даних (БД) програмного комплексу за допомогою скрипту, наведеного на рис. 3.22, та використаємо запит у SQL Server, за допомогою формули 3.23. Виконання цього запиту дозволить заповнити нашу БД відповідними даними.

```

CREATE TABLE [dbo].[Jan3](
    [Сцепка_мес_первая_ группа] [text] NULL,
    [Сцепка_мес_Вторая_ группа] [text] NULL,
    [Месяц_название] [text] NULL,
    [Код_станции_отправления] [int] NULL,
    [Ст_отправления] [text] NULL,
    [Код_станции_назначения] [int] NULL,
    [Ст_назначения] [text] NULL,
    [Груз_код] [int] NULL,
    [Груз_название] [text] NULL,
    [ТН] [int] NULL,
    [ВГ] [int] NULL,
    [Станция_погрузки_сут] [int] NULL,
    [Следование_груз_сут] [int] NULL,
    [Станция_выгрузки_сут] [int] NULL,
    [Следование_порож_сут] [int] NULL,
    [Оборот_сут] [int] NULL,
    [Оператор] [text] NULL,
    [Сцепка_для_новых_направлений] [text] NULL,
    [Признак_группы_первой_общий] [text] NULL,
    [Признак_группы_второй_разбивка] [text] NULL,
    [Тарифное_расстояние] [int] NULL,
    [Скорость] [int] NULL,
    [Тарифное_расстояние_умнож_вар] [int] NULL,
    [Скорость_умнож_вар] [int] NULL,
    [Оборот_умнож_вар] [int] NULL,
    [Время_на_станции_погрузки_умнож_вар] [int] NULL,
    [Время_следования_груз_умнож_вар] [int] NULL,
    [Время_на_станции_выгрузки_умнож_вар] [int] NULL,
    [Время_следования_порож_умнож_вар] [int] NULL
)

```

Рисунок 3.22 – Створення БД у SQL Server

```

INSERT INTO Jan3 VALUES ('Январь 2023ГОК','Январь
2023Европа','Январь
2023',457407,'Грековатая',381104,'Ужгород
(эксп.ЖСР)',141114,'ОКАТЫШИЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ',176324,2516
,0.734668301321005,5.02381842486868,1.92179060177633,3.77
123606579655,11.4815743598533,'ЦТЛ','Грековатая-
Ужгород(эксп.ЖСР)','ГОК','Европа',1331,264.937919215262,334
8796,666583.804745598,28887.641089391,1848.42544612365,1
2639.9271569696,4835.22515406924,9488.42994154412)

```

(3.23)

В цьому запиті відповідні показники перелічені через кому.

Формулу цього запиту пропишемо у нашій системі для усіх даних

та скопіюємо до SQL Server, як це наведено на рисунку 3.23.

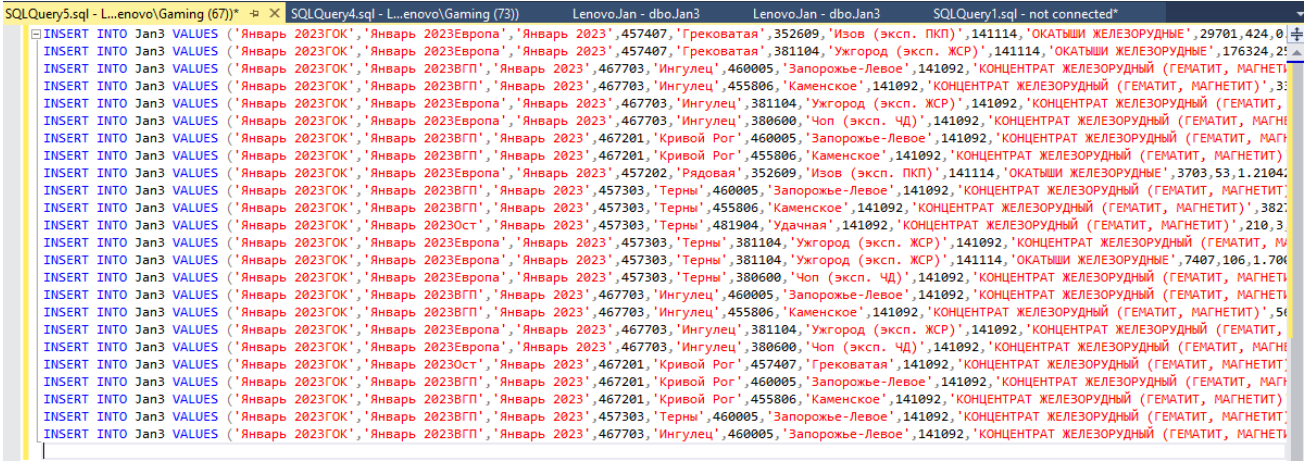


Рисунок 3.23 – Імпортування даних до SQL Server через запит

Після успішного імпортування в нас є повноцінна БД (рис. 3.24)

[26].

Цепка_мес_п...	Цепка_мес_В...	Месця_назан...	Код_станци...	Ст_отправлен...	Код_станци...	Ст_назначения	Груз_код	Груз_название	ТН	ВГ	Станц
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	413108	Александровка	460005	Запорожье-Ле...	292023	ИЗВЕСТЬ ДЛЯ ...	484	7	1
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	413108	Александровка	451701	Правда	292023	ИЗВЕСТЬ ДЛЯ ...	209	3	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	388103	Бурштын	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	4673	67	3
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	451400	Диевка	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	2886	43	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	493102	Доброполье	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	5295	76	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	456007	Запорожье-Ка...	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	3315	49	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	460005	Запорожье-Ле...	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	3263	48	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	466707	Зеленое Поле	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	16971	243	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	453105	Игрень	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	11375	162	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	481209	Курховека	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	12325	177	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	409009	Ладжин	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	628	9	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	482201	Новгородовка	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	834	12	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	482004	Покровск	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	1878	35	2
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	454606	Ароматная	451701	Правда	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	4686	71	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	454606	Ароматная	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	345	6	5
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	492909	Родинская	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	763	11	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	482305	Россия	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	484	7	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	371102	Сосновка	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	3762	54	1
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	454606	Ароматная	344707	Триполье-Дне...	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	763	11	4
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	332606	Бар	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	66	1	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	466904	Батуринская	451701	Правда	316105	ПАКЕТЫ ИЗ ЛЕ...	69	1	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	326107	Бахмач-Гомел...	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	64	1	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	343808	Белая Церковь	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	132	2	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	343808	Белая Церковь	451701	Правда	316105	ПАКЕТЫ ИЗ ЛЕ...	60	1	3
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	403206	Белгород-Дне...	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	130	2	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	342400	Бердичев	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	64	1	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	342400	Бердичев	451701	Правда	316105	ПАКЕТЫ ИЗ ЛЕ...	66	1	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	362601	Березовица-О...	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	66	1	2
Январь 2023Пр...	Январь 2023ДТ...	Январь 2023	455100	Богуславский	388103	Бурштын	161113	УГОЛЬ КАМЕН...	3911	56	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	455100	Богуславский	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	171	3	6
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	322604	Борисполь	481904	Удачная	231142	Пыль инертная	70	1	1
Январь 2023Фл...	Январь 20230	Январь 2023	364400	Бучач	455806	Каменское	291020	Доломит сыро...	3135	45	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	321207	Васильков I	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	59	1	3
Январь 2023Пр...	Январь 2023Лом	Январь 2023	354501	Вербка	451701	Правда	316073	ЛОМ ЧЕРНЫХ ...	264	4	1
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	457801	Вечерний Кут	460005	Запорожье-Ле...	141143	РУДА ЖЕЛЕЗН...	3713	53	1
Январь 2023Пр...	Январь 20230	Январь 2023	457801	Вечерний Кут	455806	Каменское	141143	РУДА ЖЕЛЕЗН...	1821	26	0
Январь 2023Пр...	Январь 2023АР	Январь 2023	457801	Вечерний Кут	381104	Ужгород (экс...	141139	РУДА ЖЕЛЕЗН...	7778	104	0

Рисунок 3.24 – БД у SQL Server

Після цього треба прописати всі запити до нашої БД для усіх укрупнених груп, котрі необхідні з рис. 3.11. Запишемо самі запити у таблицях В.1 – В.4. які розташовані у додатку В [29].

Всі ці запити дозволяють зробити то й самий розрахунок як і в створеної системи, але за лічені секунди. Таким чином ми вдосконалили та автоматизували нашу систему розрахунку обігу вагонів та й можемо приступити до розробки дашборду у Power BI.

3.4 Розробка дашборда у Power BI

Дашборд у Power BI — це інтерактивний інструмент для візуалізації даних, який дозволяє узагальнювати та аналізувати інформацію в зручному форматі. Power BI надає можливість створювати динамічні панелі моніторингу, які відображають ключові показники (KPI), тенденції, графіки та таблиці в режимі реального часу [23,25].

Основна мета дашбордів Power BI — допомогти користувачам швидко отримувати потрібну інформацію та приймати обґрунтовані рішення. Вони підтримують інтеграцію з різними джерелами даних, такими як Excel, SQL Server, хмарні сервіси або API, що робить їх гнучким і потужним інструментом для бізнес-аналітики.

Створення дашбордів у Power BI не вимагає глибоких технічних знань, завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та можливості автоматизувати оновлення даних, але технічні навички необхідно мати, а най головне це розуміти як і від чого необхідно розраховувати показники та як краще побудувати модель бази даних [26].

В нашій предметній області ми розробили все самі, тому модель в Power BI вже побудована (рис. 3.25), тому що як що б ми пропустили моделювання у Excel та сховище у SQL Server, то треба було робити схему «Зірочка», а коли у нас все агрегується в одному місті, то все що

необхідно можна розташувати в одній сутності з багатьма аргументами.

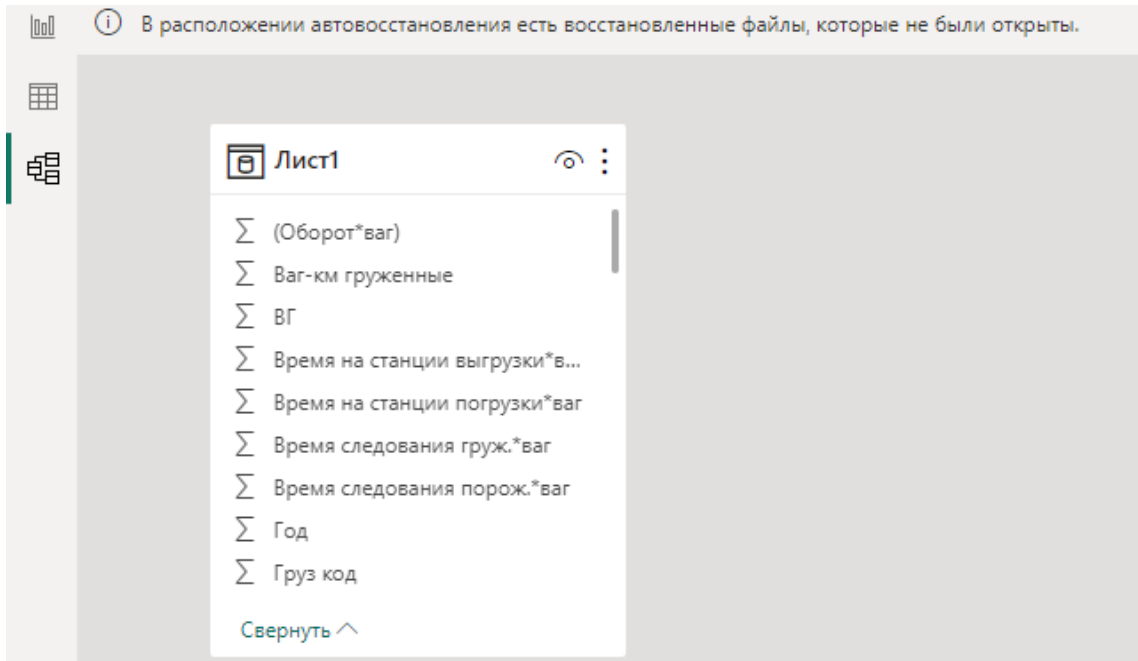


Рисунок 3.25 – Модель у Power BI

Зробимо необхідні додаткові розрахунки у Power Query Power BI за допомогою створення нових мір, котрі ми будемо додавати на віджети.

Використаємо формули для відображення першого дня місяця (3.24), порядкового номеру місяця (3.25) та його назву (3.26), а також розрахунок швидкості (3.27). Для розрахунку блоку з швидкістю.

Первоечислоотчетногомесяца=If('Лист1'[Месяц]="Февраль",DATE('Лист1'[Год],2,1),If('Лист1'[Месяц]="Январь",DATE('Лист1'[Год],1,1),If('Лист1'[Месяц]="Март",DATE('Лист1'[Год],3,1),If('Лист1'[Месяц]="Апрель",DATE('Лист1'[Год],4,1),If('Лист1'[Месяц]="Май",DATE('Лист1'[Год],5,1),If('Лист1'[Месяц]="Июнь",DATE('Лист1'[Год],6,1),If('Лист1'[Месяц]="Июль",DATE('Лист1'[Год],7,1),If('Лист1'[Месяц]="Август",DATE('Лист1'[Год],8,1),If('Лист1'[Месяц]="Сентябрь",DATE('Лист1'[Год],9,1),If('Лист1'[Месяц]="Октябрь",DATE('Лист1'[Год],10,1),If('Лист1'[Месяц]="Ноябрь",DATE('Лист1'[Год],11,1),If('Лист1'[Месяц]="Декабрь",DATE('Лист1'[Год],12,1)))))))))) (3.24)

Порядковый номер месяца = MONTH('Лист1'[Первое число отчетного месяца]) (3.25)

Месяц для сортировки = 'Лист1'[Месяц] (3.26)

Скорость *ваг = 'Лист1'[Скорость]*'Лист1'[ВГ] (3.27)

У Power BI є велика кількість віджетів візуалізацій які можна до налаштувати (рис. 3.26).

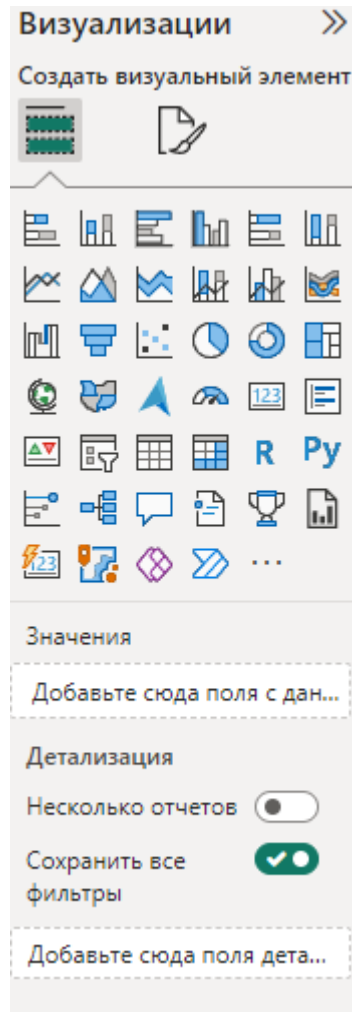


Рисунок 3.26 – Віджети у Power BI

Зробимо 6 дашбортів користуючись виключними віджетами, а саме:

- таблиця;
- графік;
- карточка;
- матриця;
- зріз;
- нормована гістограма;
- кільцевий графік.

Розглянемо кожну вкладку та для прикладу розглянемо як працює кожен віджет.

Віджет "Таблиця" в Power BI — це базовий і водночас потужний інструмент для представлення даних у структурованому вигляді. Він дозволяє виводити інформацію у форматі рядків і стовпців, що нагадує таблиці в Excel, забезпечуючи зручний спосіб відображення детальних даних. Цей віджет можна заповнити інформацією з Power Query у блоці «Стовпці» як показано на рисунку 3.27.

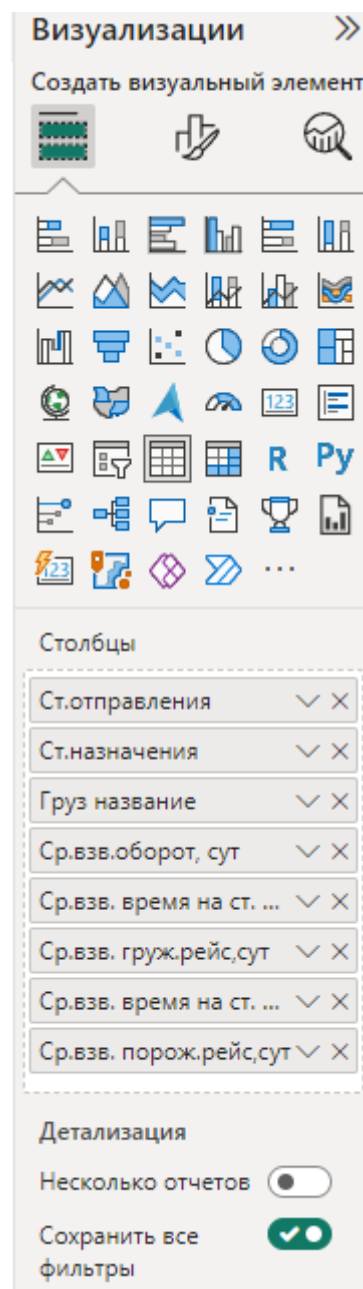


Рисунок 3.27 – Віджети «Таблиця» у Power BI

У блоці «Форматування візуального елемента» , ми можемо настроїти відображення інформації як нам необхідно: колір, шрифт, заливки, виділення, перейменування та інші. (рис. 3.28).

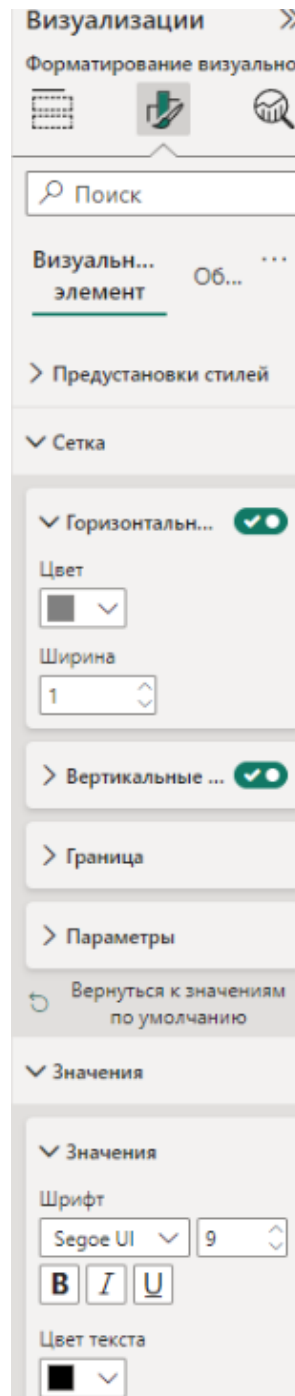


Рисунок 3.28 – Форматування візуального елемента у віджеті «Таблица» Power BI

Налаштував візуалізацію та налаштувавши розрахункові параметри, ми отримали першу частину нашого дашборду (рис. 3.29).

Ст.отправления	Ст.назначения	Груз название	Ср.взв.оборот, сут	Ср.взв. время на ст. погрузки,сут	Ср.взв. груз.рейс,сут	Ср.взв. время на ст. выгрузки ,сут	Ср.взв. порож.рейс,сут
Кривой Рог	Черноморск-Порт-экспорт	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	7,2	0,5	1,8	0,4	4,5
Ингулец	Черноморск-Порт-экспорт	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	7,1	0,7	1,9	0,7	3,8
Терны	Береговая (эксп.)	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	7,1	0,9	2,9	0,2	2,9
Кривой Рог	Черноморская (эксп. для ТИС)	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	6,9	1,0	2,1	0,6	3,1
Кривой Рог	Одесса-Порт (эксп.)	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	6,6	0,7	2,5	0,2	3,2
Ингулец	Береговая (эксп.)	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	6,5	0,7	2,9	0,7	2,2
Грековатая	Береговая (эксп.)	КОНЦЕНТРАТ ЖЕЛЕЗОРУДНЫЙ (ГЕМАТИТ, МАГНЕТИТ)	6,3	0,9	1,8	0,2	3,4

Рисунок 3.29 – Частина Дашборду у Power BI з розрахунку середньо зважених

Зробивши багато віджетів «Зріз», ми можемо фільтрувати необхідну інформацію у різних виглядах , при цьому наша таблиця котру ми тільки що зробили автоматично буде перераховувати показники виходячи з відфільтрованих показників як на рисунку 3.30 (якщо увімкнуті зв'язок між ними).

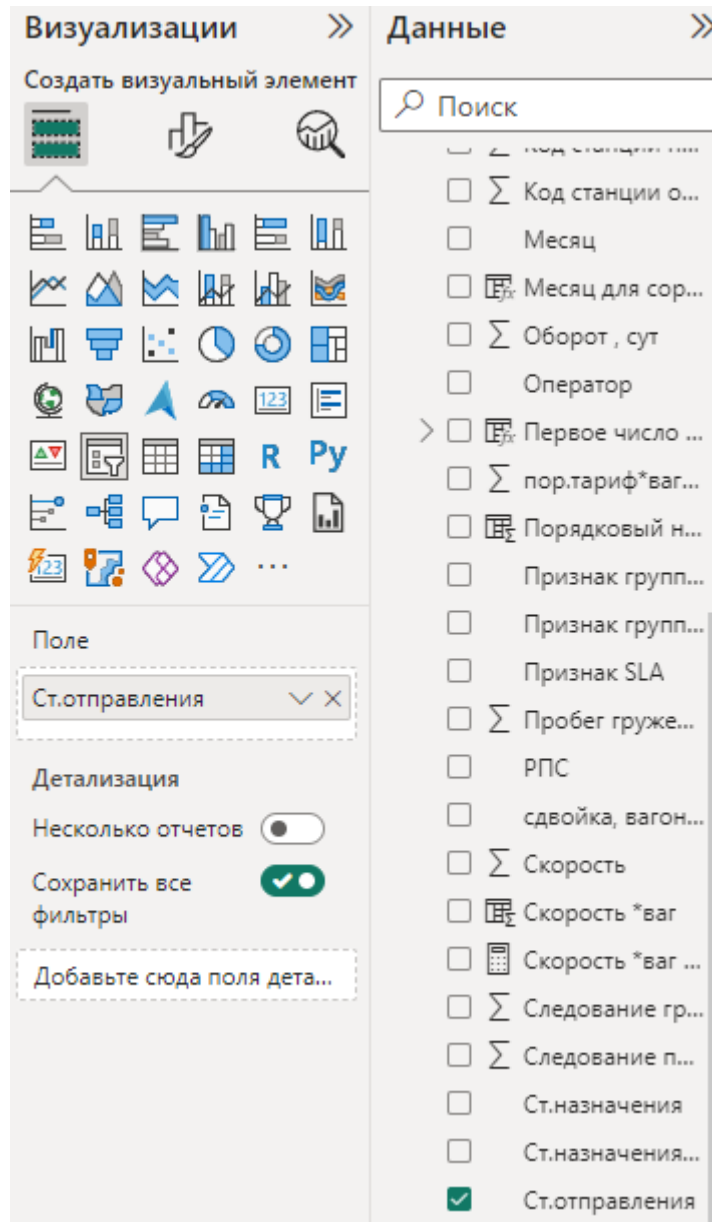


Рисунок 3.30 – Віджет «Зріз» у Power BI

По аналогу віджету «Зріз», використаємо віджет «Карточка» та покажемо його на рисунку 3.31. Його також можна додати багато так як показників нам необхідно бачити багато.

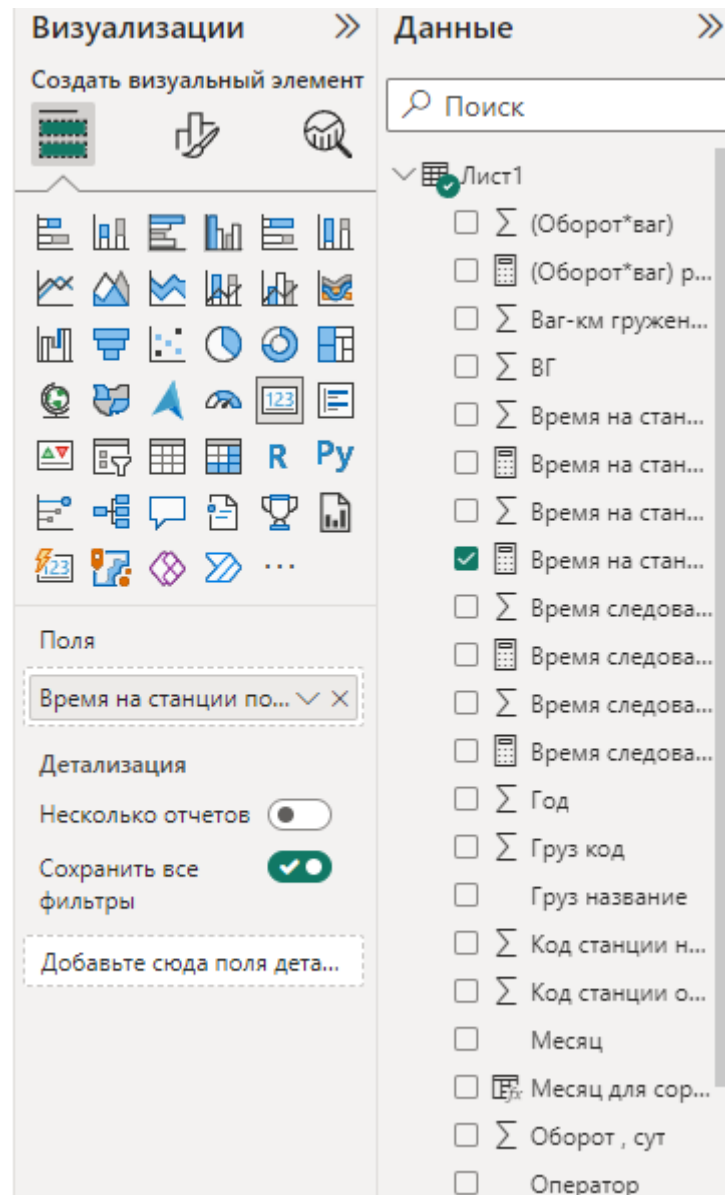


Рисунок 3.31 – Віджет «Карточка» у Power BI

Використаємо віджет «Матриця» для потроєння розрахунку від стовпчиків та рядків як на рисунку 3.32.

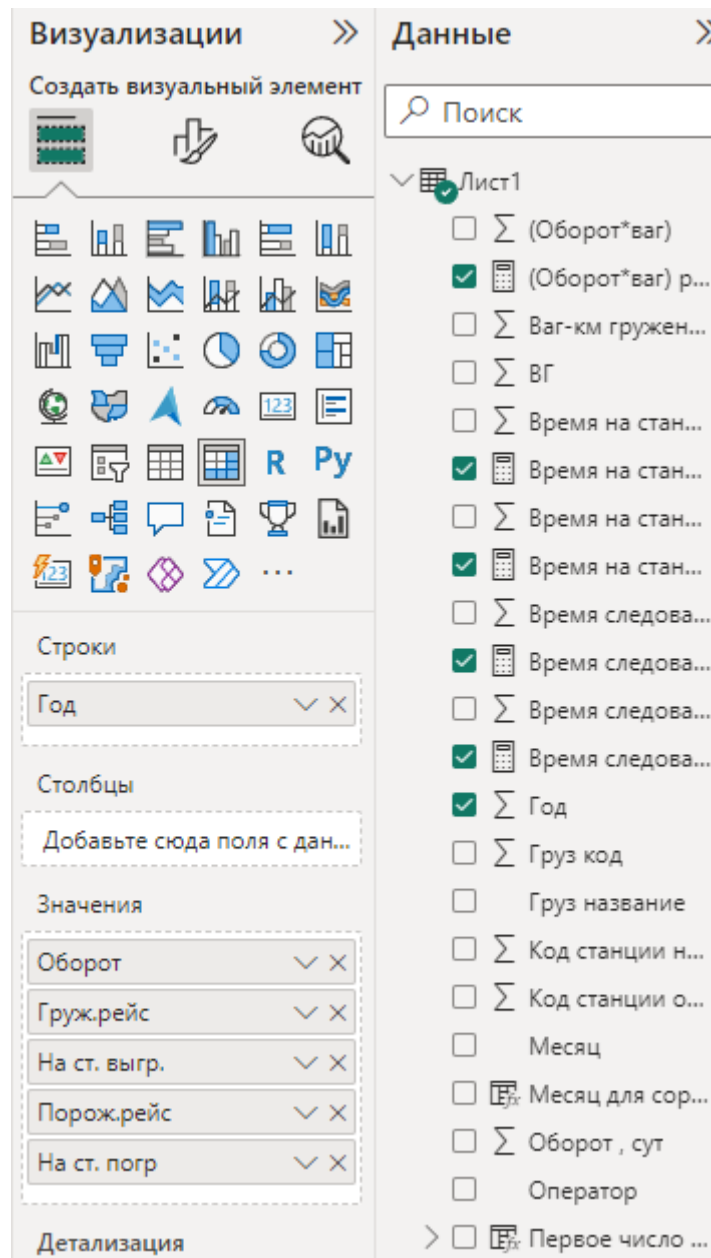


Рисунок 3.32 – Віджет «Матриця» у Power BI

Майже усі віджети налаштовуються однаково. Основна ціль – розуміти моделювання даних та що від чого залежить для розрахунку. Розробивши усі вкладки так як необхідно та узгодивши всю необхідну інформацію котру треба бачити ми отримали інтерактивний дашборд .

Нижче картинки усіх вкладок (рис. 3.43 – 3.48), котрі вийшли та задовольняють керівництво

Оборачиваемость вагонов на перевозках группы МИХ (ср.взв. на вагоны)

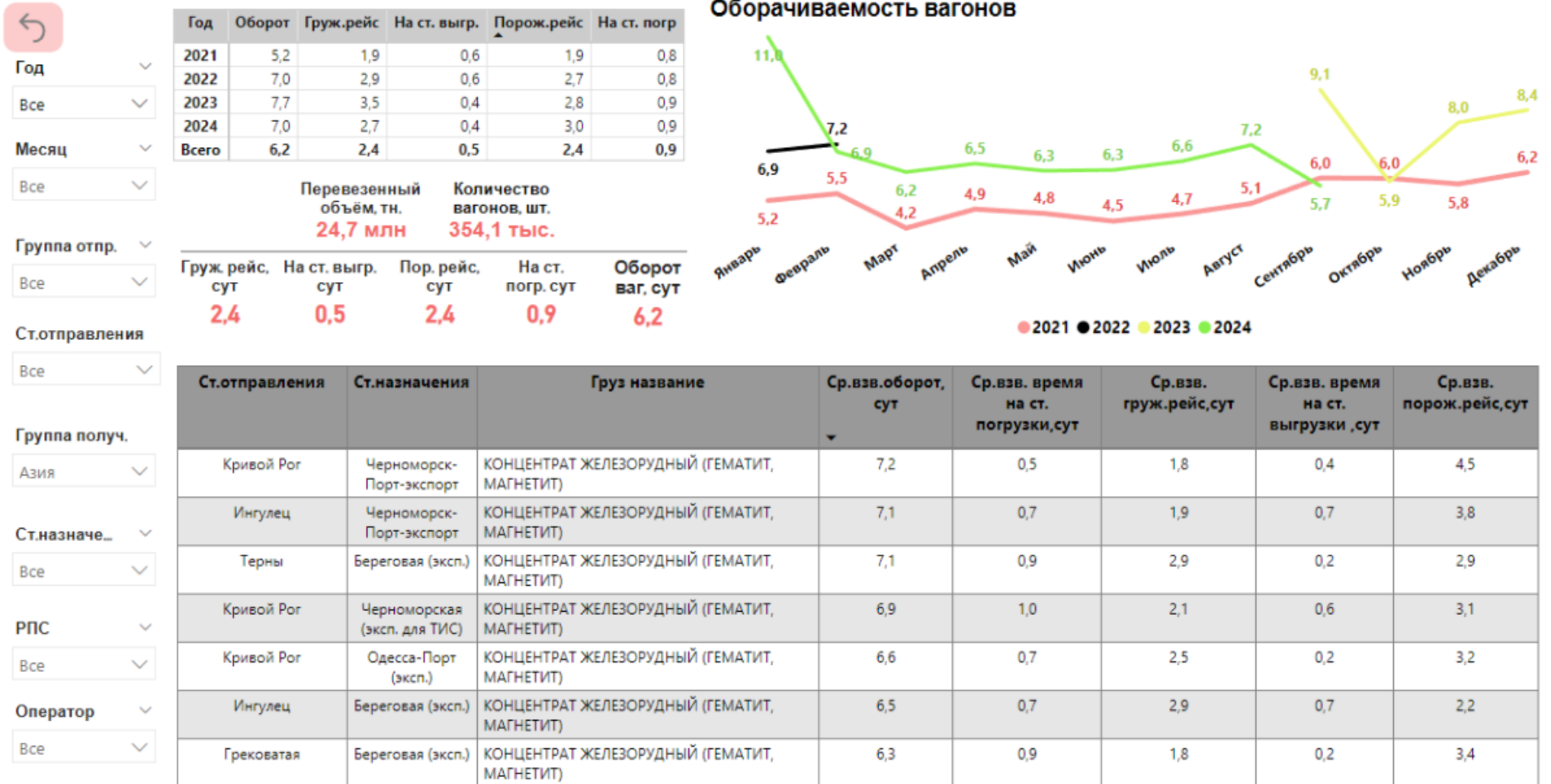


Рисунок 3.43 – Вкладка «Обіг вагонів на перевезеннях групи МИХ» у Дашборді

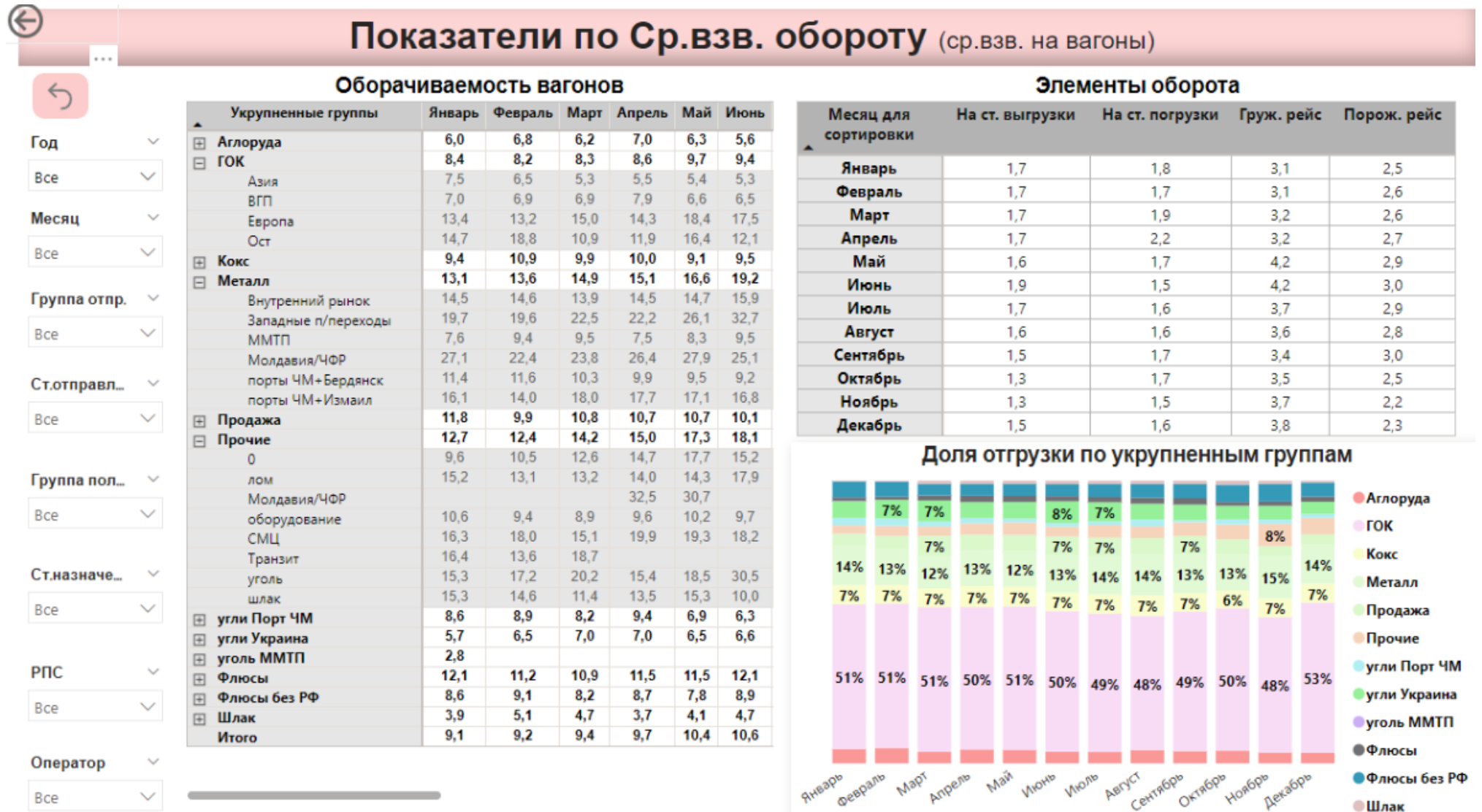


Рисунок 3.44 – Вкладка «Показники по обігу 1.0» у Дашборді

Элементы оборота в графическом виде (ср.взв. на вагоны)

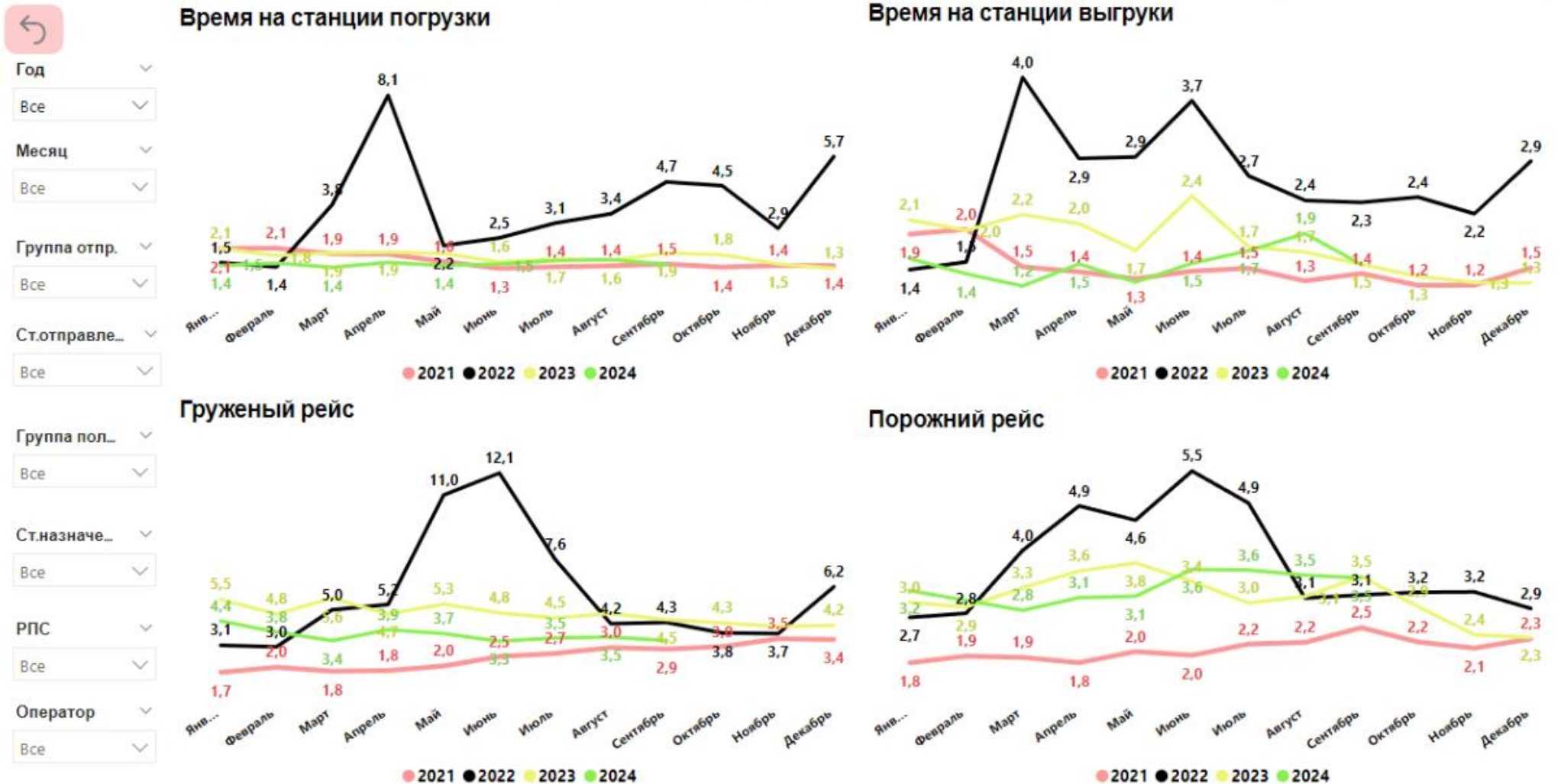


Рисунок 3.45 – Вкладка «Элементы оборота в графическом виде» у Дашборді

← Скорость vs Тарифные расстояния (ср.взв. на вагоны)																	
		Скорость						Тарифные расстояния									
Укрупненные группы		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Укрупненные группы		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль
Год	Аглоруда	256	222	262	290	234	199	208	Аглоруда	364	375	374	408	377	403	400	
	ГОК	249	253	303	289	252	238	239	ГОК	591	617	659	619	678	672	672	
Все	Азия	232	270	395	385	338	353	329	Азия	570	577	643	600	615	616	598	
	ВГП	251	245	258	247	217	186	198	ВГП	363	368	331	315	319	335	344	
	Европа	293	244	239	236	209	226	246	Европа	1261	1237	1210	1246	1261	1258	1224	
	Ост	207	196	299	236	196	260	213	Ост	891	911	905	901	881	855	880	
Месяц	Кокс	247	216	191	207	153	119	131	Кокс	348	361	332	344	329	307	376	
	Металл	202	179	170	149	132	129	137	Металл	604	644	695	668	719	757	695	
Все	Внутренний рынок	102	93	90	87	75	73	72	Внутренний рынок	406	424	397	391	385	415	402	
	Западные п/переходы	200	212	171	181	150	135	173	Западные п/переходы	1365	1374	1259	1281	1277	1285	1294	
	ММТП	289	169	123	129	38	25	31	ММТП	22	26	28	22	30	32	46	
	Молдавия/ЧФР	90	221	190	27	98	126	175	Молдавия/ЧФР	1211	1112	1099	1072	922	974	1008	
Группа отпр.	порты ЧМ+Бердянск	227	230	279	228	247	195	179	порты ЧМ+Бердянск	571	624	654	512	607	618	611	
	порты ЧМ+Измаил	164	197	150	138	149	208	221	порты ЧМ+Измаил	972	955	979	971	966	969	953	
	Продажа	124	118	163	145	129	146	115	Продажа	602	560	729	683	659	628	546	
Ст.отправле...	Прочие	155	130	130	132	113	102	123	Прочие	703	642	724	856	854	701	736	
	0	168	132	141	116	104	110	137	0	539	522	481	605	670	533	665	
Все	лом	120	103	119	103	89	85	98	лом	730	644	732	713	615	548	641	
	Молдавия/ЧФР				113	114			Молдавия/ЧФР				1148	1148			
	оборудование	102	88	83	98	96	101	104	оборудование	761	645	582	670	692	696	748	
	СМЦ	75	88	71	87	87	87	74	СМЦ	491	624	513	710	731	706	496	
Группа пол...	Транзит	101	116	44					Транзит	389	389	389					
	уголь	218	229	173	195	152	116	114	уголь	1212	1363	1460	1368	1354	1523	1479	
	шлак	93	89	96	98	85	71	70	шлак	299	289	299	291	299	299	299	
	угли Порт ЧМ	241	242	245	206	224	212	208	угли Порт ЧМ	785	828	856	881	839	833	847	
Ст.назначения	угли Украина	176	157	133	156	117	110	112	угли Украина	211	214	239	265	231	222	219	
	уголь ММТП	84							уголь ММТП	181							
Все	Флюсы	166	161	160	158	153	160	146	Флюсы	962	967	971	984	972	959	959	
	Флюсы без РФ	208	214	280	313	161	148	152	Флюсы без РФ	651	608	627	677	690	720	749	
РПС	Шлак	216	204	182	160	139	132	142	Шлак	145	145	145	145	145	187	182	
	Итого	226	219	244	239	201	187	188	Итого	558	569	608	598	628	615	614	
Оператор																	
	Все																

Рисунок 3.46 – Вкладка «Швидкість та Тарифні відстані» у Дашборд

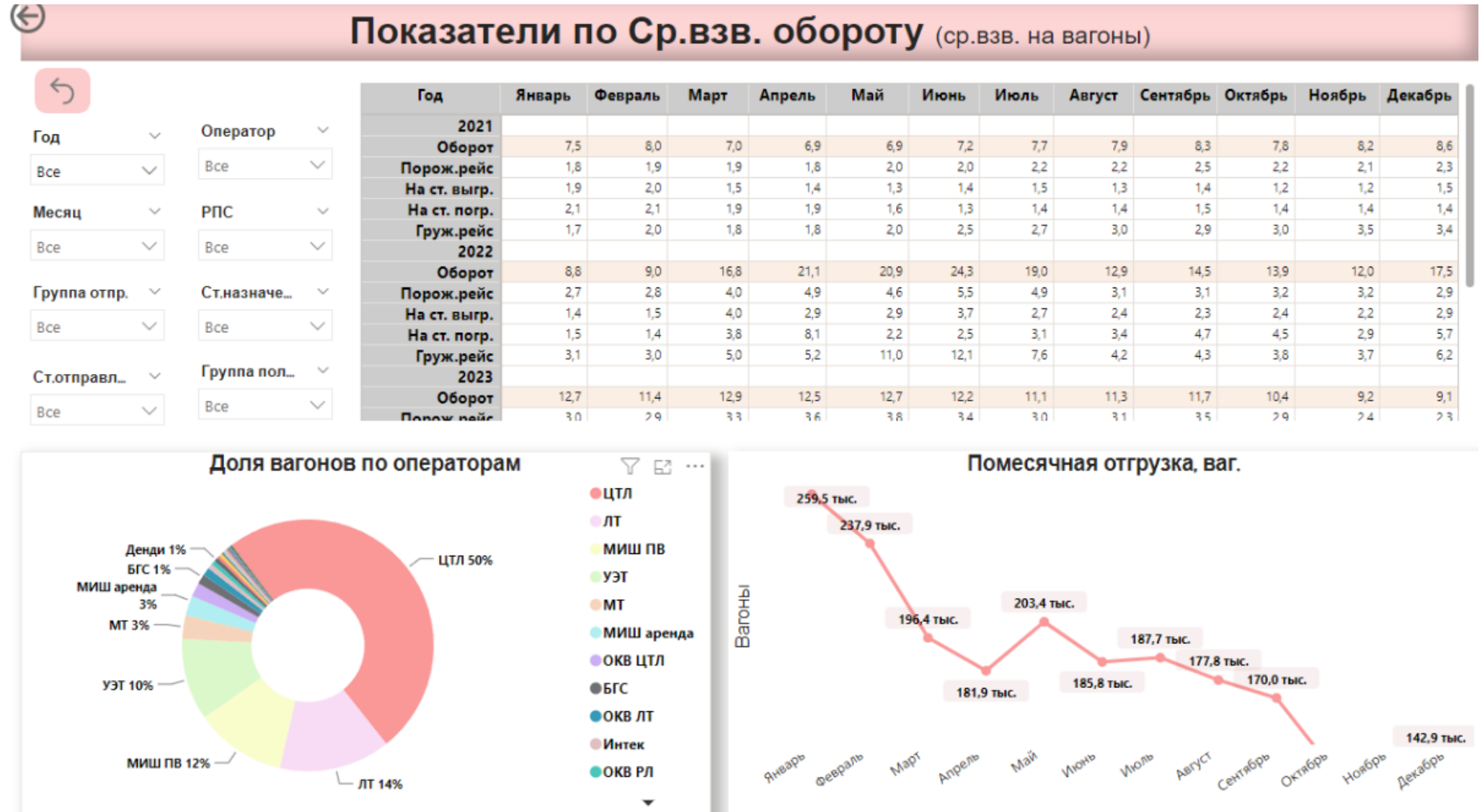


Рисунок 3.47 – Вкладка «Показники по обігу 2.0» у Дашборді

Строчная динамика оборота и элементов (ср.взв. на вагоны)

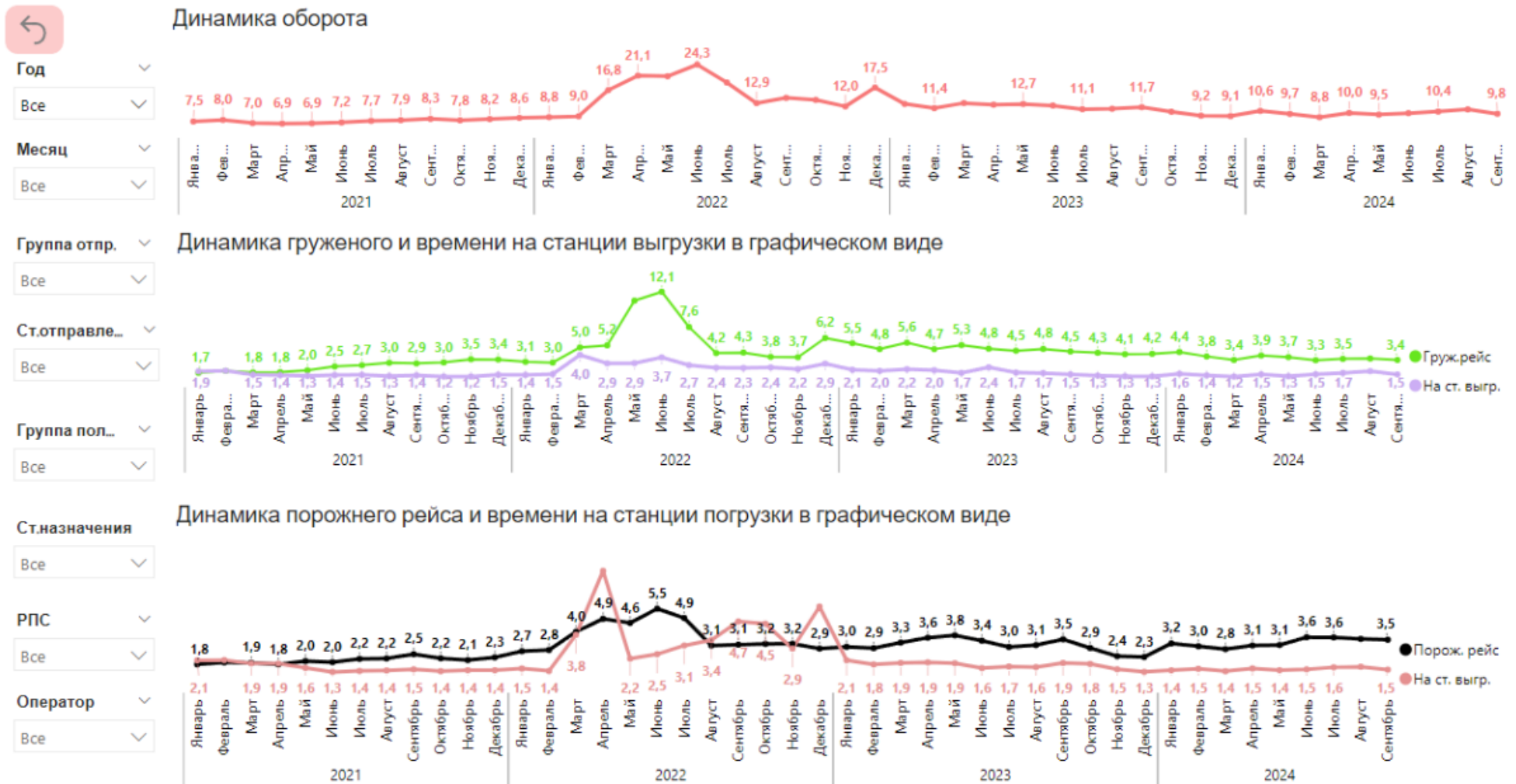


Рисунок 3.48 – Вкладка «Рядкова динаміка обігу та його елементів» у Дашборді

Також, можна зробити кнопку скидання усіх фільтрів (у лівому верхньому кутку червона кнопочка) створивши закладку та додати на кнопку скидання цю закладку як на рисунку 3.49.

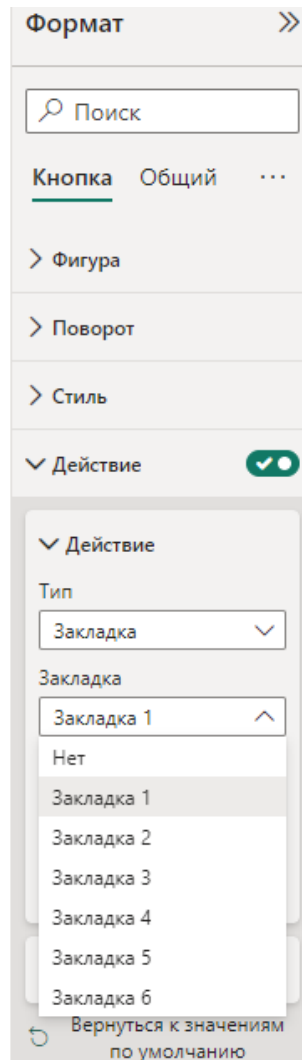


Рисунок 3.49 – Кнопка скидання у Дашборді

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ОБІГУ ВАГОНІВ НА ЗАЛІЗНИЦІ

4.1 Розробка математичних моделей для прогнозування обігу вагонів на залізниці

В даній роботі виконано розробку математичних моделей та прогнозування обігу вагонів на залізниці. В пояснювальній записці наведено результати моделювання та прогнозування на синтетичних даних.

Для задачі прогнозування потреби в вагонах, основною метою є визначення кількості вагонів, необхідних для перевезення вантажу з урахуванням сезонних змін і пікових навантажень. Цю задачу можна розв'язати за допомогою статистичних методів та математичних моделей, таких як лінійне регресійне моделювання, методи часових рядів або машинне навчання.

Позначимо:

- N_t – кількість вагонів, необхідних для перевезення вантажу в момент часу t (наприклад, в конкретний день або місяць).
- D_t – обсяг вантажу, який потрібно перевезти в момент часу t , наприклад, у тоннах.
- C_v – вантажопідйомність одного вагона (тони).
- $f(t)$ – функція, яка враховує сезонні зміни або пікові навантаження на протязі певного періоду часу.
- ϵ_t – випадкові помилки або шуми, що можуть впливати на попит на вагони (наприклад, непередбачувані події).

Тоді кількість вагонів, необхідних для перевезення вантажу в момент часу t , можна виразити як зображено на формулі 4.1:

$$N_t = \frac{D_t}{C_v} \cdot f(t) + \epsilon_t \quad (4.1)$$

Проведемо моделювання обсягу вантажу D_t

Обсяг вантажу D_t зазвичай можна оцінити за допомогою даних попередніх періодів (історичні дані), де значення D_t можна розглядати як часовий ряд. Для моделювання цього обсягу використовуються такі підходи:

Моделювання часових рядів згідно формулі 4.2 (ARIMA, SARIMA):

$$D_t = \phi_1 D_{t-1} + \phi_2 D_{t-2} + \dots + \epsilon_t \quad (4.2)$$

де ϕ_i – коефіцієнти, що визначають вплив попередніх значень обсягу вантажу на поточний, а ϵ_t – випадкові шуми.

Для сезонних коливань використовують модель SARIMA (Seasonal ARIMA), яка включає сезонні компоненти для врахування регулярних змін в попиті на вантажі залежно від пори року.

Функція сезонних змін $f(t)$

Для врахування сезонних коливань або пікових навантажень можна використовувати функцію, яка моделює зміни попиту залежно від певних факторів, таких як місяць, день тижня чи святкові періоди.

Наприклад, в даній роботі буде використовуватися синусоїдальна функція для періодичних змін попиту (формула 4.3):

$$f(t) = A \sin(2\pi t/T + \phi) \quad (4.3)$$

де:

A – амплітуда сезонних коливань (максимальна зміна попиту),

T – період (наприклад, рік, місяць, сезон),

ϕ – фаза синусоїди (може враховувати зсув зміни попиту).

Функція тренду для поступових змін попиту протягом часу зображена на формулі 4.4:

$$f(t) = \alpha t + \beta \quad (4.4)$$

де α — коефіцієнт тренду, а β — початкове значення тренду (якщо попит збільшується або зменшується з часом).

Прогнозування кількості вагонів.

Після того як буде оцінений обсяг вантажу D_t та враховані сезонні зміни $f(t)$, спрогнозуємо необхідну кількість вагонів для кожного періоду по формулі 4.5:

$$N_t = \frac{D_t}{C_v} \cdot f(t) \quad (4.5)$$

де:

D_t — прогнозоване значення обсягу вантажу в момент часу t ,

C_v — вантажопідйомність одного вагона,

$f(t)$ — функція сезонних коливань.

Оцінка точності прогнозу

Для оцінки точності прогнозу можна використовувати стандартні метрики, такі як середня абсолютна помилка (MAE), середня квадратична помилка (MSE) або середня абсолютна відносна помилка (MAPE) які зображені на формулі 4.6 :

$$\begin{aligned} \text{MAE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |N_t^{\text{actual}} - N_t^{\text{forecast}}| \\ \text{MSE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (N_t^{\text{actual}} - N_t^{\text{forecast}})^2 \\ \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{N_t^{\text{actual}} - N_t^{\text{forecast}}}{N_t^{\text{actual}}} \right| \times 100 \end{aligned} \quad (4.6)$$

де N_t^{actual} – фактичне значення кількості вагонів, N_t^{forecast} – прогнозоване значення, n – кількість періодів прогнозування.

Таким чином, для прогнозування потреби в вагонах побудована модель, яка комбінує часові ряди для оцінки обсягу вантажу та сезонні функції для урахування пікових навантажень. Використання таких моделей дозволяє точно передбачити потребу в рухомому складі в різні періоди часу та оптимізувати використання вагонів.

4.2 Розробка програмного забезпечення та проведення експериментальних розрахунків

Для розробки програмного забезпечення для прогнозування потреби в вагонах за допомогою запропонованих математичних моделей, було створено Python скрипти для двох основних частин:

1. моделювання обсягу вантажу за допомогою ARIMA (часові ряди).
2. прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін та функції попиту.

Програмний скрипт для моделювання обсягу вантажу за допомогою ARIMA наведено на рисунку 4.1.

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
# Завантаження даних (приклад)
# Датасет повинен містити історичні дані про обсяг
вантажу (D_t)
data = pd.read_csv('cargo_data.csv',
parse_dates=['date'], index_col='date')
# Перевірка на наявність пропусків
data = data.fillna(method='ffill')
# Побудова моделі ARIMA
# Вибір параметрів ARIMA (p, d, q) на основі ACF і
PACF або методом проб та помилок
model = ARIMA(data['cargo_volume'], order=(5, 1,
0)) # Параметри (p, d, q) можуть змінюватися
model_fit = model.fit()
# Прогнозування на наступні 12 місяців
forecast = model_fit.forecast(steps=12)
# Візуалізація результатів
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(data.index, data['cargo_volume'],
label='Історичні дані')
plt.plot(pd.date_range(data.index[-1], periods=13,
freq='M')[1:], forecast, label='Прогноз', color='red')
plt.title('Прогноз обсягу вантажу за допомогою
ARIMA')

```

Рисунок 4.1 – Програмний скрипт для моделювання обсягу вантажу за допомогою ARIMA

```

plt.xlabel('Дата')
plt.ylabel('Обсяг вантажу')
plt.legend()
plt.show()
# Оцінка точності прогнозу (наприклад, MAE)
# (Примітка: для цього потрібно порівняти прогноз
з фактичними значеннями, якщо вони є)
mae = mean_absolute_error(actual_values, forecast)
print(f'Mean Absolute Error (MAE): {mae}')

```

Рисунок 4.1 – Програмний скрипт для моделювання обсягу вантажу за допомогою ARIMA (продовження)

Прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін

Ми використаємо синусоїдальну функцію для урахування сезонних змін попиту та моделювання кількості вагонів. Скрипт, який забезпечує прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін, наведено на рисунку 4.2.

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Завантаження прогнозу обсягу вантажу з
попереднього кроку (D_t)
forecast_cargo_volume = forecast # Прогнозовані
значення для обсягу вантажу
# Параметри
C_v = 50 # Вантажопідйомність одного вагона
(тонни)

```

Рисунок 4.2 – Програмний скрипт для прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін

```

# Функція сезонних змін (синусоїдальна функція)
def seasonal_factor(t, A=1, T=12, phi=0):
    return A * np.sin(2 * np.pi * t / T + phi)
# Прогнозування потреби в вагонах
def predict_number_of_wagons(cargo_volume, A=1,
T=12, C_v=50):
    wagons = []
    for t in range(len(cargo_volume)):
        seasonality = seasonal_factor(t, A, T)
        wagons.append(cargo_volume[t] / C_v *
seasonality)
    return wagons
# Генерація прогнозу кількості вагонів з сезонними
зміннами
predicted_wagons =
predict_number_of_wagons(forecast_cargo_volume)
# Візуалізація результатів
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(range(len(forecast_cargo_volume)),
forecast_cargo_volume, label='Прогноз обсягу вантажу',
color='blue')
plt.plot(range(len(predicted_wagons)),
predicted_wagons, label='Прогноз кількості вагонів',
color='red')
plt.title('Прогнозування потреби в вагонах з
урахуванням сезонних змін')
plt.xlabel('Час (місяці)')
plt.ylabel('Потреба в вагонах')

```

Рисунок 4.2 – Програмний скрипт для прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін (продовження)

```
plt.legend()
plt.show()
```

Рисунок 4.2 – Програмний скрипт для прогнозування кількості вагонів з урахуванням сезонних змін (продовження)

Оцінка точності прогнозу

Для оцінки точності моделі можемо використовувати такі метрики, як середню абсолютну помилку (MAE) або середню квадратичну помилку (MSE). Програмний скрипт для оцінки точності прогнозу наведено на рисунку 4.3.

```
from sklearn.metrics import mean_absolute_error,
mean_squared_error
# Оцінка точності прогнозу для кількості вагонів
actual_wagons = np.array([50, 55, 60, 62, 58, 65,
70, 75, 80, 85, 90, 95]) # Фактичні значення (як
приклад)
mae = mean_absolute_error(actual_wagons,
predicted_wagons)
mse = mean_squared_error(actual_wagons,
predicted_wagons)
print(f'Mean Absolute Error (MAE): {mae}')
print(f'Mean Squared Error (MSE): {mse}')
```

Рисунок 4.3 – Програмний скрипт для оцінки точності прогнозу

Розроблений програмний комплекс включає наступні компоненти:

1. ARIMA модель використовує історичні дані для прогнозування обсягу вантажу на майбутні періоди (наприклад, наступні місяці).

2. Функція сезонних змін (синусоїда) дозволяє врахувати сезонні коливання попиту на вантажі, тобто пікові навантаження в певні періоди.

3. Прогнозування кількості вагонів включає розрахунок необхідної кількості вагонів на основі прогнозованого обсягу вантажу та сезонних змін.

4. Оцінка точності дає змогу виміряти, наскільки добре модель працює на тестових даних.

Ці скрипти можна розширювати, інтегруючи їх у більші системи автоматизації логістики. Вони також можуть бути налаштовані під конкретні бізнес-потреби, додавши більше факторів для моделювання попиту на вантажі.

Для експериментального дослідження програмного комплексу було згенеровано синтетичний датасет з обсягом вантажу на кожен місяць протягом трьох років (36 місяців). Дані включають тренд, сезонні коливання і випадкові шуми. В таблиці 4.1 наведено перші 5 рядків набору даних.

Таблиця 4.1 – Перші 5 рядків набору даних для експериментальних досліджень

Date	Cargo Volume (тони)
2020-01-31	1024.84
2020-02-29	1107.37
2020-03-31	1234.16
2020-04-30	1319.01
2020-05-31	1218.64

Синтетичні дані у повному обсязі наведено на рисунку 4.4.



Рисунок 4.4 – Графік синтетичного набору даних для експериментальних досліджень процесу прогнозування обсягу вантажу, перевезеного залізницею

Результат експериментальних досліджень шляхом виконання розробленого програмного забезпечення наведено на рисунку 4.5.

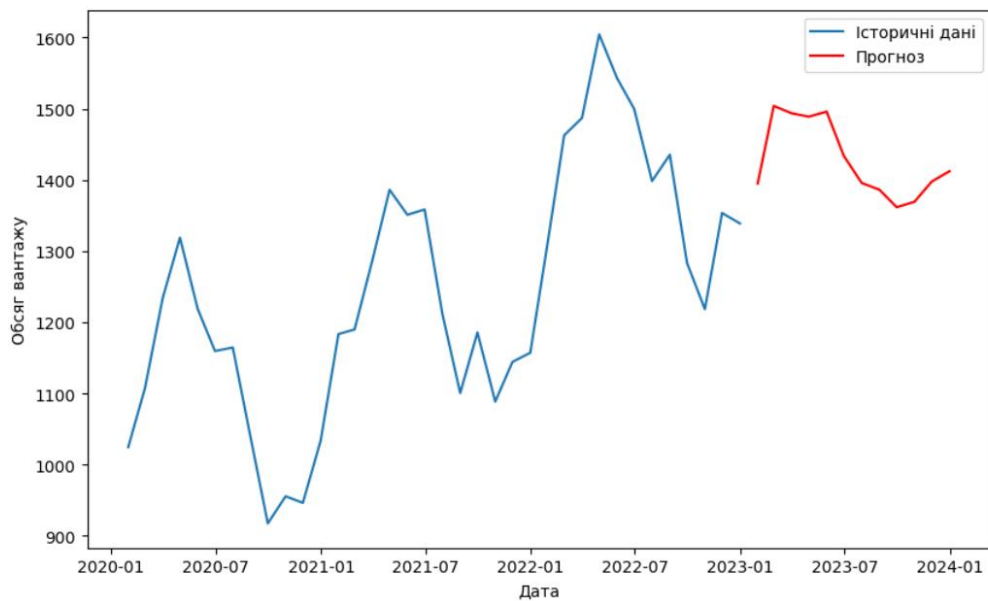


Рисунок 4.5 – Результат експериментальних досліджень шляхом виконання розробленого програмного забезпечення

4.3 Прогнозування показників з використанням статичного методу

Проведемо дослідження змінних і перевіримо тісноту зв'язку цих змінних, побудуємо модель зв'язку та перевіримо її на адекватність, а також побудуємо довірчий інтервал і спрогнозуємо значення [18].

Наприклад в нас є якісь значення з кількості годин роботи на підприємстві ,а також виробничими витратами як на рисунку 4.6.

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)
Січень	400	25,000
Лютий	420	27,000
Березень	380	24,000
Квітень	450	30,000
Травень	410	26,000
Червень	430	28,000
Липень	440	29,000
Серпень	420	27,000
Вересень	460	31,000
Жовтень	480	33,000
Листопад	470	32,000
Грудень	490	34,000
Січень	420	26,000
Лютий	440	27,000
Березень	400	25,000
Квітень	470	29,000
Травень	430	27,000
Червень	450	28,000
Липень	460	30,000
Серпень	440	29,000
Вересень	480	31,000
Жовтень	500	33,000
Листопад	490	32,000
Грудень	510	34,000

Рисунок 4.6 – Вихідні данні для задачі прогнозування залізничних показників

Побудуємо одразу кореляційне поле для цих даних за допомогою точкової діаграми (рис. 4.7).

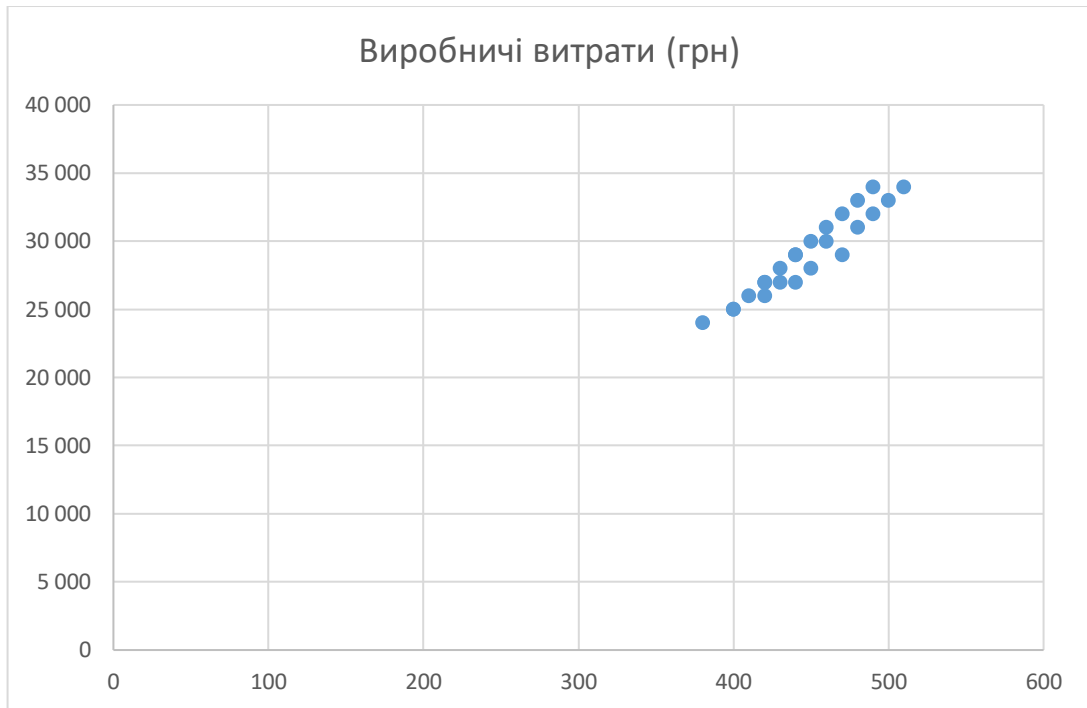


Рисунок 4.7 – Кореляційне поле

Згідно діаграми розсіювання можемо припустити, що значення досить щільно відносяться одне до одного, тож ми можемо припустити, що в нас дійсно є тісний зв'язок між годинами роботи та виробничими витратами .

Побудуємо описову статистику чи «Descriptive Statistics» за допомогою пакету аналізу у Excel (рис. 4.8).

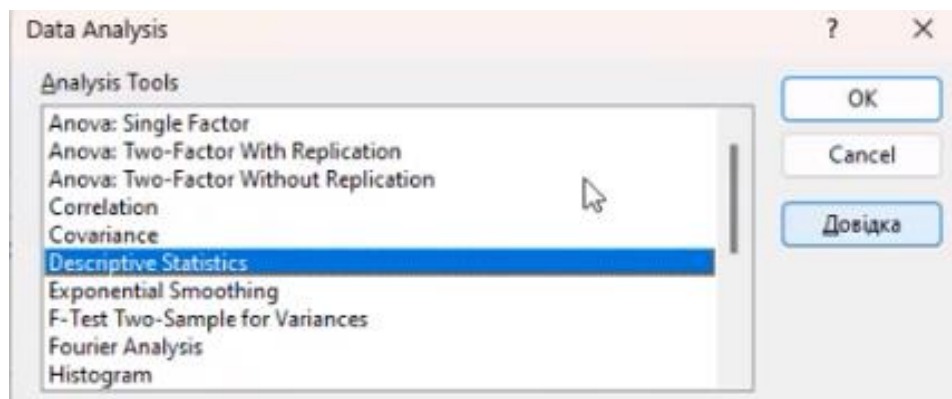


Рисунок 4.8 – Побудова описової статистики

Заповнимо вхідні дані при побудові «Descriptive Statistics». В блок Input Range виберемо діапазон значень годин та витрат. Виберемо прапорець групування за стовпчиком, а також вкажемо комірку куди вивести дані (рис. 4.9).

Описова статистика			
Кількість годин роботи		Виробничі витрати (грн)	
Среднее	447.5	Среднее	29041.66667
Стандартная ошибка	7.026090095	Стандартная ошибка	606.3646923
Медиана	445	Медиана	29000
Мода	420	Мода	27000
Стандартное отклонение	34.42067124	Стандартное отклонение	2970.568188
Дисперсия выборки	1184.782609	Дисперсия выборки	8824275.362
Эксцесс	-0.739751453	Эксцесс	-1.037056747
Асимметричность	-0.013084443	Асимметричность	0.151319992
Интервал	130	Интервал	10000
Минимум	380	Минимум	24000
Максимум	510	Максимум	34000
Сумма	10740	Сумма	697000
Счет	24	Счет	24

Рисунок 4.9 – Описова статистика

Бачимо що розраховано середнє значення, максимум, мінімум, кількість спостережень та інші.

Далі побудуємо кореляційну матрицю (рис 4.10 та 4.11). Для побудови кореляційної матриці потрібно перейти до пакету аналізу і обрати «Correlation», а після обираємо діапазон наших вихідних даних та комірку куди вивести дані.

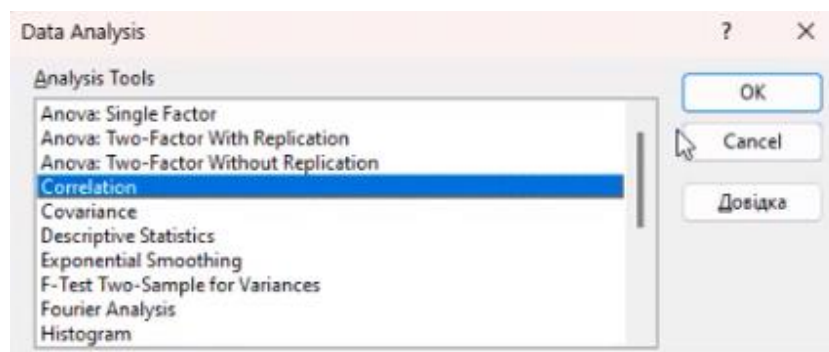


Рисунок 4.10 – Кореляція

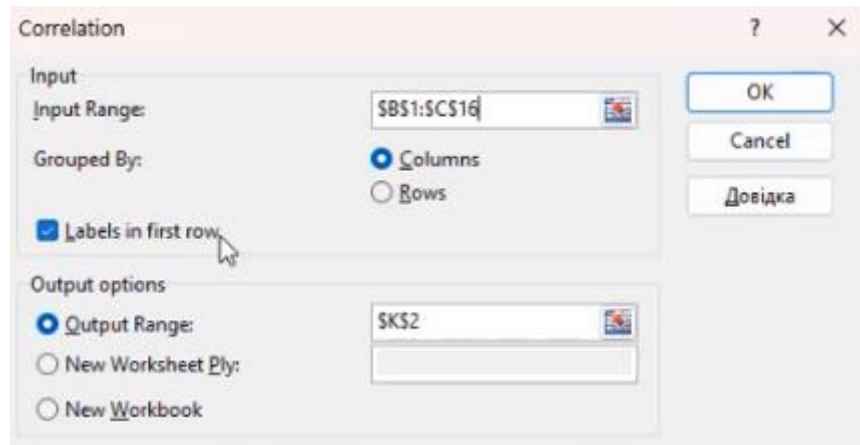


Рисунок 4.11 – Обрання вихідних даних для обчислення коефіцієнтів кореляції

Після усіх маніпуляцій, отримуємо такі данні (рис 4.22).

Кореляционная матрица		
	<i>Кількість годин роботи</i>	<i>Виробничі витрати (грн)</i>
<i>Кількість годин роботи</i>	1	
<i>Виробничі витрати (грн)</i>	0.957807211	1

Рисунок 4.12 – Побудована кореляційна матриця

Ми бачимо, що є прямий зв'язок між кількістю годин та виробничими витратами дійсно є (коефіцієнт більше 0) і значення коефіцієнта кореляції дорівнює 0,96, а це свідчить, що характеристика зв'язку якісна і сила цього зв'язку при коефіцієнт кореляції від 0,7 до 0,9, тому зв'язок сильний між цими показниками. З'ясуємо, який саме цей зв'язок. Скористаємось пакетом аналізу для знаходження регресії (рис 4.13 – 4.15).

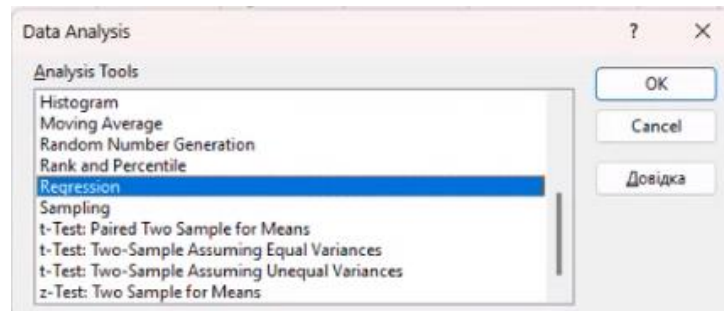


Рисунок 4.13 – Побудова регресійної моделі

Вкажемо значення по Y витрати, а по X години.

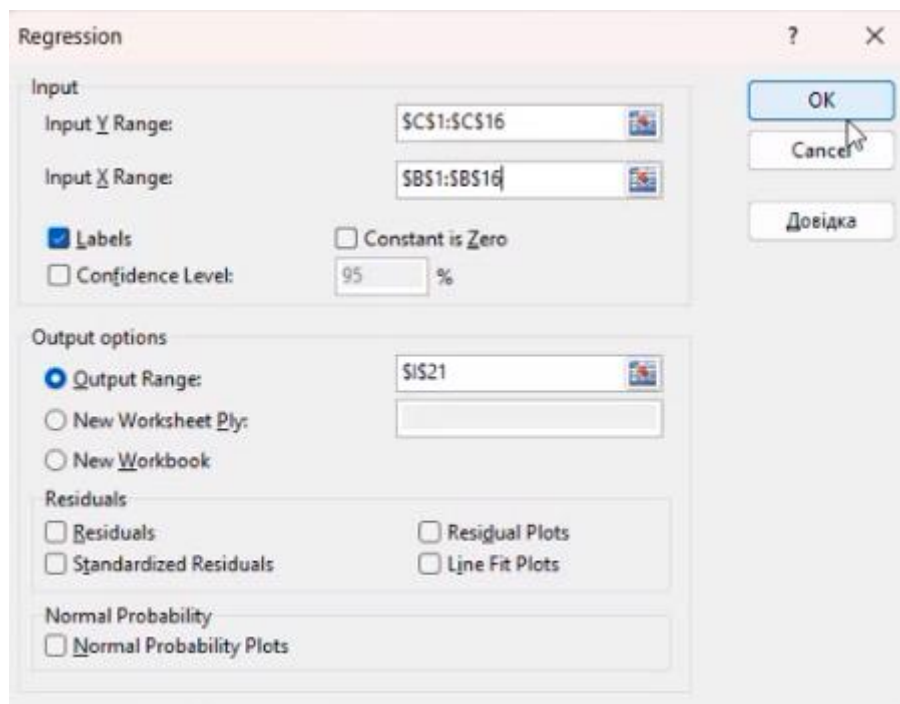


Рисунок 4.14 – Обрання вихідних даних для побудови регресійної моделі

Регрессия								
Вывод итогов								
Область построения								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0.957807211							
R-квадрат	0.917394654							
Нормированный R-квадрат	0.913639865							
Стандартная ошибка	872.9636935							
Наблюдения	24							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	1	186192889.9	186192889.9	244.3265874	2.13792E-13			
Остаток	22	16765443.43	762065.6102					
Итого	23	202958333.3						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-7948.929664	2373.196376	-3.349461403	0.002900407	-12870.63771	-3027.221614	-12870.63771	-3027.221614
Кількість годин роботи	82.66055046	5.288261573	15.63094966	2.13792E-13	71.69336721	93.62773371	71.69336721	93.62773371

Рисунок 4.15 – Опис регресійної моделі

Відзначимо такі данні :

- коефіцієнт детермінації R^2 0,917 близький до 1, топ то підтверджується що наша побудована модель добре опише залежність кількості годин від виробничих витрат;
- значення F критичне 244.327;
- стандартна похибка 872.964;
- для оцінки адекватності наших знайдених коефіцієнтів t Stat – Intercept -3.349 та кількість годин роботи 15.631;
- коефіцієнт рівня лінійної регресії – Intercept -7948.930 (нульовий коефіцієнт B_0) та кількість годин роботи-82.661 (коефіцієнт B_1).

Напишемо формулу (4.7) для лінійної одно факторної моделі

$$y = B_1 \cdot x + B_0 \quad (4.7)$$

Розрахуємо коефіцієнт Стьюдента (4.8) T_{kr} та коефіцієнт Фішера (4.9) F_{kr}

Коефіцієнт Стьюдента— загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на порівнянні з розподілом Стьюдента.

$$T_{kr} = T.INV.2T(0,05;n-1-1) \quad (4.8)$$

Де n – загальна кількість спостережень;

$T.INV.2T$ – функція для знаходження коефіцієнта Стюдента.

Коефіцієнт Фішера – називають будь-який статистичний критерій, тестова статистика якого при виконанні нульової гіпотези має розподіл Фішера (F-розподіл)

$$F_{kr} = FINV(0.05; 1;n-1-1) \quad (4.9)$$

Де n – загальна кількість спостережень;

$FINV$ - функція для знаходження коефіцієнта Фішера.

Винесемо усі показники, котрі нам будуть необхідні в подальших розрахунках (рис.4.16).

b0	-7948.929664
b1	82.66055046
Стандартная Похибка	872.9636935
Коефіцієнт Стюдента	2.073873068
Коефіцієнт Фишера	4.300949502
Средня X	447.5
Дисперсія X	1184.782609
Кількість спостережень	24

Рисунок 4.16 – Основні дані для розрахунку

Знайдемо U регресійне чи U розрахункове (U_{regr}).

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)	У регр
Січень	400	25,000	25,115.29
Лютий	420	27,000	26,768.50
Березень	380	24,000	23,462.08
Квітень	450	30,000	29,248.32
Травень	410	26,000	25,941.90
Червень	430	28,000	27,595.11
Липень	440	29,000	28,421.71
Серпень	420	27,000	26,768.50
Вересень	460	31,000	30,074.92
Жовтень	480	33,000	31,728.13
Листопад	470	32,000	30,901.53
Грудень	490	34,000	32,554.74
Січень	420	26,000	26,768.50
Лютий	440	27,000	28,421.71
Березень	400	25,000	25,115.29
Квітень	470	29,000	30,901.53
Травень	430	27,000	27,595.11
Червень	450	28,000	29,248.32
Липень	460	30,000	30,074.92
Серпень	440	29,000	28,421.71
Вересень	480	31,000	31,728.13
Жовтень	500	33,000	33,381.35
Листопад	490	32,000	32,554.74
Грудень	510	34,000	34,207.95

Рисунок 4.17 – Розрахунок Урегр

Далі побудуємо довірчий інтервал, а для його побудови нам спочатку потрібно розрахувати коефіцієнт довіри по формулі (4.10)

$$\delta e * t_y * \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{\text{пр}} - \bar{x})^2}{(n-1) * D(x)}} \quad (4.10)$$

Де : δe – значення стандартної похибки ;

t_y – коефіцієнт Фішера;

$x_{\text{пр}}$ – це показник для якого у нас розраховується дельта топ то продуктивність праці в наших вибіркових даних ;

\bar{x} – середнє значення Mean в описовій статистиці;

D – дисперсія значення Sample Variance в описовій статистиці;

n – загальна кількість спостережень

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)	У регр	Коефіцієнт довіри
Січень	400	25,000	25,115.29	1,919.78
Лютий	420	27,000	26,768.50	1,872.20
Березень	380	24,000	23,462.08	1,990.53
Квітень	450	30,000	29,248.32	1,847.95
Травень	410	26,000	25,941.90	1,892.96
Червень	430	28,000	27,595.11	1,857.69
Липень	440	29,000	28,421.71	1,849.58
Серпень	420	27,000	26,768.50	1,872.20
Вересень	460	31,000	30,074.92	1,852.83
Жовтень	480	33,000	31,728.13	1,881.81
Листопад	470	32,000	30,901.53	1,864.15
Грудень	490	34,000	32,554.74	1,905.63
Січень	420	26,000	26,768.50	1,872.20
Лютий	440	27,000	28,421.71	1,849.58
Березень	400	25,000	25,115.29	1,919.78
Квітень	470	29,000	30,901.53	1,864.15
Травень	430	27,000	27,595.11	1,857.69
Червень	450	28,000	29,248.32	1,847.95
Липень	460	30,000	30,074.92	1,852.83
Серпень	440	29,000	28,421.71	1,849.58
Вересень	480	31,000	31,728.13	1,881.81
Жовтень	500	33,000	33,381.35	1,935.38
Листопад	490	32,000	32,554.74	1,905.63
Грудень	510	34,000	34,207.95	1,970.79

Рисунок 4.18 – Розрахунок коефіцієнта довіри

Знайдемо довірчу область U_{\min} та U_{\max} на рисунку 4.19.

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)	У регр	Коефіцієнт довіри	у мин	у макс
Січень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07
Лютий	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70
Березень	380	24,000	23,462.08	1,990.53	21,471.55	25,452.61
Квітень	450	30,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27
Травень	410	26,000	25,941.90	1,892.96	24,048.93	27,834.86
Червень	430	28,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80
Липень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29
Серпень	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70
Вересень	460	31,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75
Жовтень	480	33,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95
Листопад	470	32,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68
Грудень	490	34,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37
Січень	420	26,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70
Лютий	440	27,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29
Березень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07
Квітень	470	29,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68
Травень	430	27,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80
Червень	450	28,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27
Липень	460	30,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75
Серпень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29
Вересень	480	31,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95
Жовтень	500	33,000	33,381.35	1,935.38	31,445.97	35,316.72
Листопад	490	32,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37
Грудень	510	34,000	34,207.95	1,970.79	32,237.16	36,178.74

Рисунок 4.19 -Розрахунок U_{\min} та U_{\max}

Для розрахунку U_{\min} візьмемо значення нашого рівняння Y_{regr} та віднімаємо коефіцієнт довіри. Для розрахунку U_{max} візьмемо значення нашого рівняння Y_{regr} та додаємо коефіцієнт довіри.

Можемо одразу побудувати нашу довірчу область. Для побудови довірчої області нам потрібно на одному графіку помістити 4 наших Y (Y_{stat} , Y_{regr} , U_{\min} та U_{max}). При цьому треба зазначити що Y_{regr} повинен бути у діапазоні між U_{\min} та U_{max} (рис. 4.20).

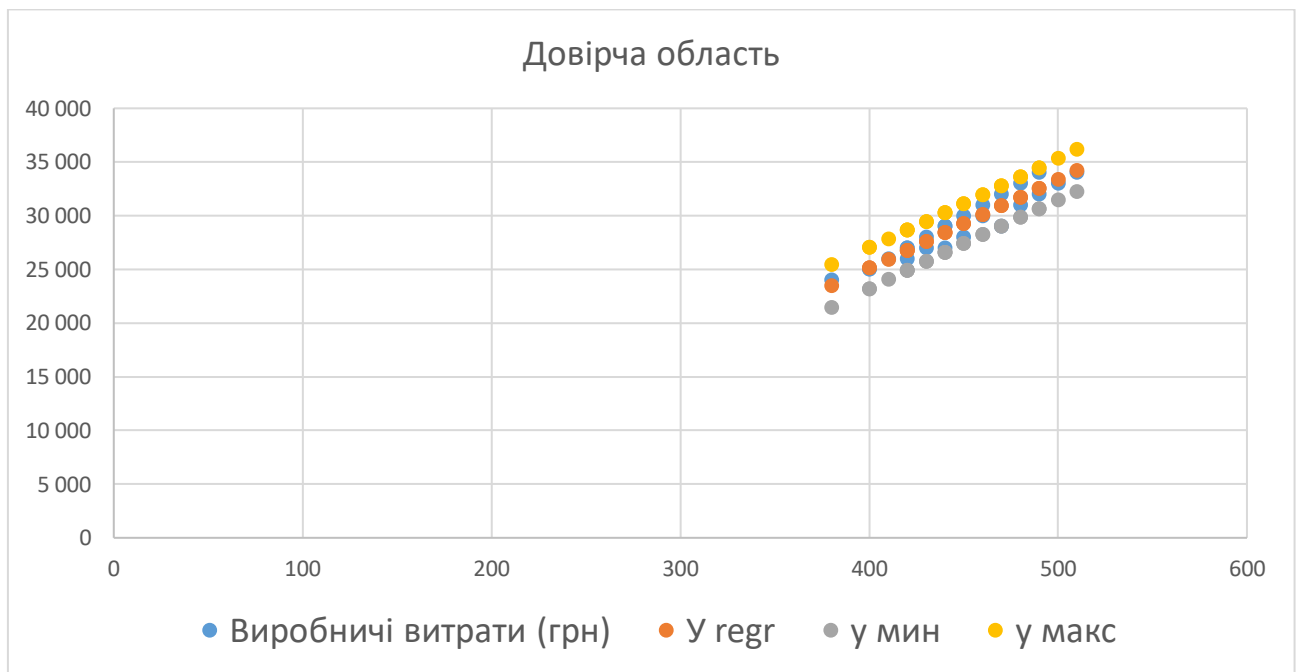


Рисунок 4.20 – Довірча область

Знайдемо коефіцієнт еластичності E_x по формулі (5.5) (рис. 4.11)

$$E_x = \frac{b_1x}{b_0+b_1x} \quad (4.11)$$

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)	у regr	Коефіцієнт довіри	у мин	у макс	Коефіцієнт еластичності
Січень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07	1.32
Лютий	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Березень	380	24,000	23,462.08	1,990.53	21,471.55	25,452.61	1.34
Квітень	450	30,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27	1.27
Травень	410	26,000	25,941.90	1,892.96	24,048.93	27,834.86	1.31
Червень	430	28,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80	1.29
Липень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Серпень	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Вересень	460	31,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75	1.26
Жовтень	480	33,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95	1.25
Листопад	470	32,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68	1.26
Грудень	490	34,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37	1.24
Січень	420	26,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Лютий	440	27,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Березень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07	1.32
Квітень	470	29,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68	1.26
Травень	430	27,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80	1.29
Червень	450	28,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27	1.27
Липень	460	30,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75	1.26
Серпень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Вересень	480	31,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95	1.25
Жовтень	500	33,000	33,381.35	1,935.38	31,445.97	35,316.72	1.24
Листопад	490	32,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37	1.24
Грудень	510	34,000	34,207.95	1,970.79	32,237.16	36,178.74	1.23

Рисунок 4.21 – Коефіцієнт еластичності

Зробимо прогноз, але перед цим зробимо висновки про нашу модель на адекватність і чи можемо ми використовувати її для подальших розрахунків, а також перевірити кожен з отриманих коефіцієнтів чи є вони статистично значущі.

– Перевіримо модель на адекватність за допомогою критерію Фішера. Якщо $F_{\text{спост}} < F_{\text{критичне}}$ – тоді наша модель не адекватна, та модель не адекватна якщо навпаки. $F - 244,327 > F_{\text{rk}} - 4.301$, отже ми робимо висновок що модель адекватна;

– Перевіримо коефіцієнт B_0 , щоб він був статистично значущий. $T_{\text{stat}} \text{ згідно регресійної моделі} - 3.34 > T_{\text{kr}} - 2.074$, отже можемо зробити висновок що коефіцієнт B_0 статистично значущий;

– Перевіримо коефіцієнт B_1 , щоб він був статистично значущий. $T_{\text{stat}} \text{ згідно регресійної моделі} - 15.631 > T_{\text{kr}} - 2.074$, отже можемо зробити висновок що коефіцієнт B_1 статистично значущий.

На підставі висновків, ми можемо зробити прогноз для середнього значення продуктивності праці. Зробимо прогноз на рисунку 4.22.

Місяць	Кількість годин роботи	Виробничі витрати (грн)	у regr	Коефіцієнт довіри	у мин	у макс	Коефіцієнт еластичності
Січень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07	1.32
Лютий	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Березень	380	24,000	23,462.08	1,990.53	21,471.55	25,452.61	1.34
Квітень	450	30,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27	1.27
Травень	410	26,000	25,941.90	1,892.96	24,048.93	27,834.86	1.31
Червень	430	28,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80	1.29
Липень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Серпень	420	27,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Вересень	460	31,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75	1.26
Жовтень	480	33,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95	1.25
Листопад	470	32,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68	1.26
Грудень	490	34,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37	1.24
Січень	420	26,000	26,768.50	1,872.20	24,896.30	28,640.70	1.30
Лютий	440	27,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Березень	400	25,000	25,115.29	1,919.78	23,195.51	27,035.07	1.32
Квітень	470	29,000	30,901.53	1,864.15	29,037.38	32,765.68	1.26
Травень	430	27,000	27,595.11	1,857.69	25,737.42	29,452.80	1.29
Червень	450	28,000	29,248.32	1,847.95	27,400.37	31,096.27	1.27
Липень	460	30,000	30,074.92	1,852.83	28,222.10	31,927.75	1.26
Серпень	440	29,000	28,421.71	1,849.58	26,572.13	30,271.29	1.28
Вересень	480	31,000	31,728.13	1,881.81	29,846.32	33,609.95	1.25
Жовтень	500	33,000	33,381.35	1,935.38	31,445.97	35,316.72	1.24
Листопад	490	32,000	32,554.74	1,905.63	30,649.11	34,460.37	1.24
Грудень	510	34,000	34,207.95	1,970.79	32,237.16	36,178.74	1.23
Прогноз	505		33,794.65	1,952.39	31,842.25	35,747.04	1.24

Рисунок 4.22 – Прогнозні показники

Зробимо наступні висновки:

- для прогнозного значення кількості годин роботи 505 год. ми отримали що виробничі витрати становлять 33 795 грн;
- для значення 505 год. кількості годин роботи значення виробничих витрат може знаходитися від проміжку від 31 842 грн до 35 747 грн;
- коефіцієнт еластичності показує, що при зміні продуктивності праці від 505 год на 1 %, відповідний рівень виробничі витрат збільшиться на 0,47 %.

РОЗДІЛ 5. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ОБІГУ ВАГОНІВ

Проект можна розглянути з точки зору команди розробників. Зімітуємо цій проект та розрахуємо економічну доцільність.

Життєвий цикл ПЗ, SDLC (Software development lifecycle) – стадії, що проходить програмний продукт від появи ідеї до її реалізації в кодї, імплементації у бізнес і подальшої підтримки [13].

Стандартні етапи ЖЦ зображені на рисунку 5.1:

- ініціалізація;
- аналіз вимог;
- проектування;
- програмування;
- тестування і налагодження;
- експлуатація, супровід і підтримка.

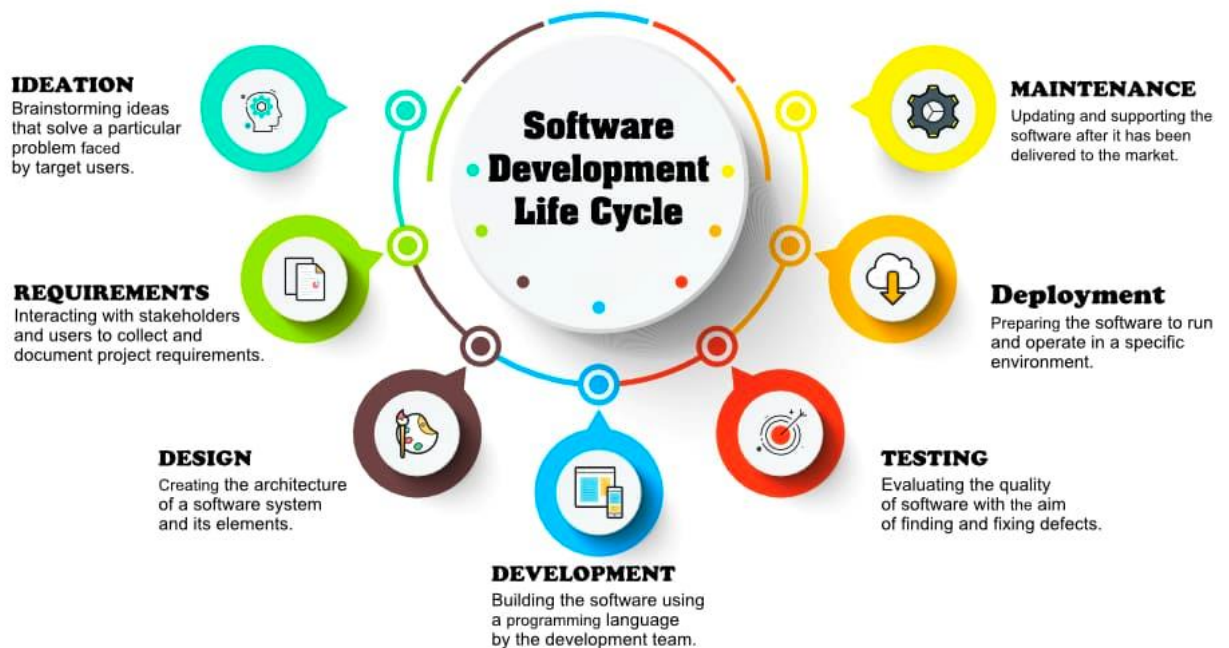


Рисунок 5.1 – Етапи ЖЦ продукту

1. Ініціалізація (планування системи). Фаза планування – найбільш важливий і критичний крок у створенні успішної системи. На цьому етапі:

- точно вирішується що саме потрібно зробити, розробити, які проблеми вирішити, які потреби закрити;
- визначаються проблеми, цілі і ресурси (таких, як персонал і витрати);
- вивчаються можливості альтернативних рішень шляхом зустрічей з клієнтами, постачальниками, консультантами та співробітниками;
- вивчається, як зробити продукт краще, ніж у конкурентів.

Після аналізу цих даних буде три варіанти: розробити нову систему, покращити існуючу або залишити систему як є. На цьому етапі надзвичайно важлива комунікація з замовником.

2. Аналіз вимог (аналіз системи). Необхідно визначити і задокументувати вимоги кінцевого користувача системи – в чому його очікування і як їх здійснити. Крім того, для проекту робиться техніко-економічне обґрунтування, яке з'ясовує, чи є проект організаційно, економічно, соціально, технологічно здійсненним.

Дуже важливо підтримувати хороший рівень комунікації з замовниками, щоб переконатися, що у вас є чітке бачення кінцевого продукту і його функцій.

Адже скільки людей, стільки й думок, важливо дійти до спільного знаменника.

3. Проектування (дизайн системи). Фаза дизайну настає після того, коли досягнуто хорошого розуміння вимог споживача і ви точно знаєте, що саме треба втілити.

Ця фаза визначає елементи системи, компоненти, рівень безпеки, модулі, архітектуру, різні інтерфейси і типи даних, якими оперує система. Дизайн системи в загальних рисах може бути зроблений ручкою на листку паперу – він визначає, як система буде виглядати і як

функціонувати. Потім робиться розширений, детальний дизайн, з урахуванням всіх функціональних і технічних вимог, як логічно, так і фізично.

4. Розробка, впровадження і розгортання. Ця фаза йде після повного розуміння системних вимог і специфікацій. Це і є власне процес розробки системи, коли її дизайн вже повністю завершено. В життєвому циклі розробки системи саме тут пишеться код, а також фаза впровадження може включати в себе конфігурацію і налаштування під певні вимоги і функції. На цій стадії система готова до установки у замовника, до запуску в робочий режим. Можливо, кінцевим користувачам буде потрібний тренінг, щоб вони освоїлися з системою і знали, як її використовувати.

Фаза впровадження може бути дуже довгою – це залежить від складності системи.

5. Дослідна експлуатація та інтеграція. Тут відбувається об'єднання різних компонентів і підсистем в єдину цілісну систему. В систему подаються різні вхідні дані і аналіз виходу, поведінки і функціонування. Тестування стає все важливішим для задоволення споживача, при цьому воно не вимагає знань коду, конфігурації обладнання чи дизайну. Тестування може виконуватися справжніми користувачами або спеціальною командою співробітників. Воно може бути систематичним і автоматизованим, з тим, щоб упевнитися, що актуальні результати роботи системи збігаються з передбаченими і бажаними

6. Підтримка системи. На цій фазі здійснюється періодична технічна підтримка системи, щоб переконатися, що вона не застаріла.

Сюди входить:

- заміна старого обладнання і постійна оцінка продуктивності;
- здійснюються апдейти певних компонентів, щоб упевнитися, що система відповідає потрібним стандартам і новітнім технологіям, і не

схильна до загроз безпеки.

У нашому проєкті зручно використовувати каскадну модель для розробки .

Waterfall (рис. 5.2) де етапи залежать один від одного і наступний починається, коли завершений попередній, утворюючи таким чином поступальний (каскадний) рух уперед.

Паралелізм етапів у каскадній моделі, хоч і обмежений, але можливий для абсолютно незалежних між собою робіт. При цьому інтеграція паралельних частин все одно відбувається на якомусь наступному етапі, а не в межах одного. Команди різних етапів між собою не комунікують, відповідаючи тільки за свій етап.

Застосовується на довготривалих і великих проєктах.

Переваги:

- всі стадії проєкту виконуються в чіткій послідовності;
- чіткість етапів дозволяє планувати терміни завершення всіх робіт і відповідні ресурси (грошові і людські);
- вимоги залишаються незмінними протягом усього циклу.

Мінуси:

- складності при формулюванні чітких вимог і неможливість їхньої зміни;
- тестування починається тільки з середини розвитку проєкту;
- до завершення процесу розробки користувачі не можуть переконатися, чи якісний продукт, який розробляється.

Внесення замовником значних змін під час процесу розробки або виникнення неврахованих ризиків призводять до перебудови та перепланування всього проєкту.

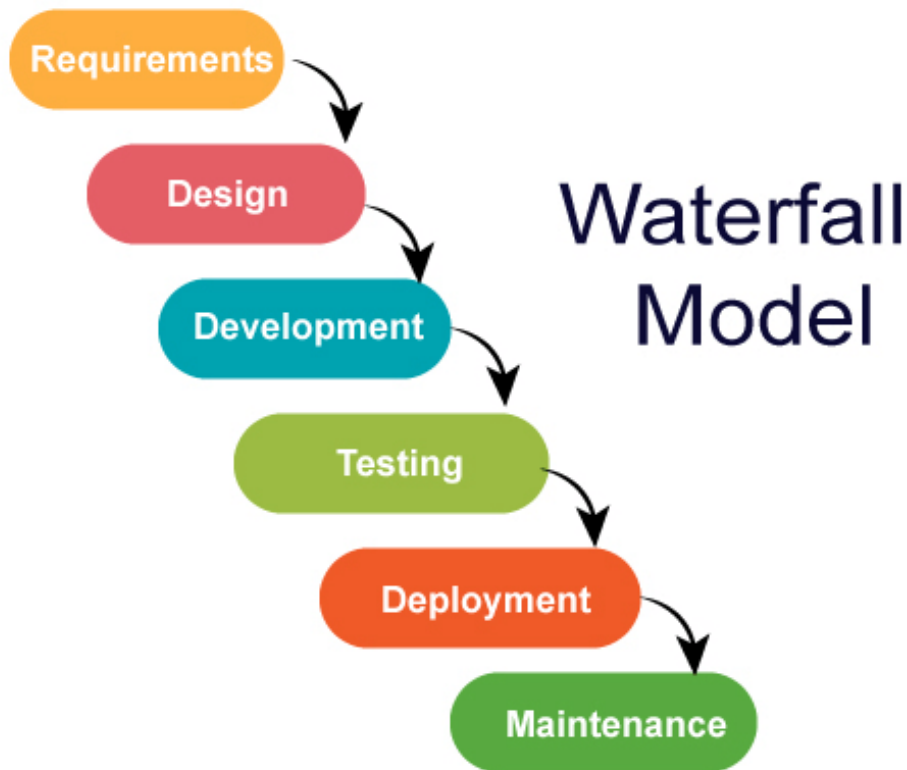


Рисунок 5.2 – Waterfall Model

План проекту – це документ, який визначає обсяг проекту та кроки, які потрібно вжити для його завершення. План проекту повинен визначати необхідні ресурси і графік для кожного завдання.

Кожен план управління проектом є унікальним, і його компоненти можуть відрізнятися залежно від вимог проекту.

Потрійне обмеження.

Менеджери проектів повинні управляти вартістю, часом та обсягом проекту, ухвалюючи компромісні рішення, щоб зберегти його в рамках графіка та бюджету.

Час та обсяг. Можна скоротити обсяг проекту та скоротити його тривалість, якщо є відставання від графіку. В іншому випадку можна збільшити тривалість графіку проекту на випадок, якщо учасники проекту запропонують додаткові заходи.

Вартість та обсяг. Зменшивши обсяг проекту, доведеться

виконувати менше завдань, що означає зниження витрат. В іншому випадку більший обсяг проєкту означає вищі витрати.

Вартість та час. У деяких проєктах час та вартість можуть бути безпосередньо пов'язані. Наприклад, витрати на оренду обладнання або робочу силу прямо пропорційні до часу, на який вони потрібні. У всіх цих сценаріях для управління проєктом застосовується потрійне обмеження, але в проєкті може виникнути набагато більше можливих компромісів, які також включають якість, ризик та вигоду.

Фінансові витрати зобов'язання проєкту залежать від кількох змінних. Тут задіяні ресурси, від матеріалів до людей і всі вони включають витрати. Існують також постійні та змінні витрати, притаманні будь-якому проєкту, такі як витрати на обладнання або робочу силу, які потрібно розраховувати. Це може серйозно вплинути на використання контрактних працівників чи аутсорсингу.

Для контролю витрат необхідно:

- оцінити вартість усіх завдань у рамках проєкту;
- створити бюджет проєкту на основі передбачуваної вартості проєкту;
- використати бюджет проєкту як базову вартість, яка використовується для контролю витрат під час реалізації проєкту;
- контролювати всі витрати на проєкт, щоб витрати не перевищували бюджет проєкту;
- за потреби коригувати бюджет проєкту.

Обсяг проєкту включає всі проєктні роботи, необхідні для завершення проєкту.

При управління обсягом дуже важливо розставляти пріоритети завдань, що дозволить ефективно планувати та розподіляти ресурси.

Для управління обсягом необхідно:

- використовувати план управління змістом, щоб чітко визначити, які дії виконуватимуться;

- ділитися планом управління обсягом із усіма зацікавленими сторонами, щоб усі були на одній хвилі;
- використовувати замовлення на зміни, щоб уникнути розповзання обсягу проекту та відстежувати всі зміни, внесені до обсягу проекту;
- керувати очікуваннями зацікавлених сторін для підтримки масштабу проекту;
- використовувати інструменти та методи управління завданнями, щоб відстежувати всі дії.

Всі ці дії з управління змістом дуже важливі, оскільки кількість часу, який буде потрібний для виконання кожного завдання, має вирішальне значення для вартості та якості кінцевого продукту. Це може вплинути на графік і вартість, особливо якщо проект масштабний.

За своєю суттю графік проекту – це час, відведений для завершення проекту або отримання остаточного результату. Зазвичай формується на основі попередньої оцінки часу, який витрачається на кожне завдання проекту. Спочатку будується структурна декомпозиція робіт (WBS) для визначення всіх дій проекту. Потім використовуються різні методи планування, наприклад, метод критичного шляху, щоб визначити загальну тривалість проекту.

Для контролю графіку проекту доцільно:

- побудувати діаграму Ганта для візуалізації розкладу проекту, визначення послідовності завдань та відстеження тривалості кожного завдання;
- визначити процедури та документацію для планування, виконання та моніторингу графіка проекту;
- ефективно розподілити ресурси за допомогою графіка ресурсів, щоб уникнути вузьких місць;
- перевіряти базовий план графіка з фактичним прогресом, щоб визначити, чи йде проект за графіком.

Підготовка до формування плану проєкту:

1. Обсяг проєкту. Почнемо із масштабу проєкту. Використовуємо статут проєкту як основу, а також WBS, щоб визначити всі дії, завдання, результати та основні етапи.

2. Контрольні точки. На основі статуту проєкту або WBS відзначаємо контрольні точки проєкту та визначаємо дати їх реалізації. Прикладами контрольних точок є затвердження економічного обґрунтування щодо призначення команди проєкту або створення офісу управління проєктом.

3. Етапи управління проєктом. Наступним кроком є деталізація етапів проєкту, що визначається як набір дій, таких як ініціювання проєкту, планування, виконання, моніторинг та закриття. .

4. Завдання проєкту. Необхідно відзначити умови необхідні для завершення проєкту, наприклад, розробка плану якості, звіту із закриття проєкту тощо.

5. Ресурси. Завдання нерозривно пов'язано з ресурсами, тому потрібно прикріпити до завдання ресурс, наприклад, члена команди, відповідального за виконання завдання та вказати час, необхідний для виконання.

WBS – це найважливіший інструмент для продукту. Він не тільки розбиває результати на більш дрібні та керовані завдання, але й дає можливість розпочати детальну оцінку витрат та контроль, включаючи планування .

Для кожного етапу проєкту існує список завдань, який потім розбивається на під завдання. Ці завдання та під завдання потім упорядковуються в деревоподібну структуру, схожу на блок-схему.

WBS є основою для планування та контролю проєкту та забезпечує основу для розробки технічного завдання. Це також допомагає вести звіти про розклад, витрати та ресурси. Всі ці та інші документи з управління проєктом ґрунтуються на ієрархічній структурі

робіт.

Оскільки WBS використовується для ідентифікації та організації всієї кількості завдань у проекті, він використовується на початку фази планування. У мене вже є мета, і WBS відповідає на питання, як мені її досягти.

Планування проекту потребує точності. Завжди існують невідомі ризики, але план проекту має зібрати всю відому інформацію, пов'язану з проектом, щоб правильно оцінити час та витрати.

У той час як менеджер проекту керує процесом, члени команди – це ті, хто виконуватиме проект. На команду також буде покладено відповідальність за виконання завдань, тому важливо залучити їх до процесу, щоб вони знали, хто що може робити.

Менеджер проекту використовує будь-які експертні рекомендації, які можуть допомогти створити максимально ретельну логічну структуру робіт: перегляд історичних даних щодо аналогічних проектів, спілкування з менеджерами проектів та командами, які працювали над аналогічними проектами, читання будь-якої літератури, вимог тощо – все це дозволить гарантувати, що WBS завершено на 100%. Розглянемо WBS у таблиці Г.1 яку зображено у додатку Г.

Як зазначалося вище, WBS слід використовувати під час планування, але він залишається під рукою протягом усього проекту. Хоча WBS не є планом або графіком проекту він може допомогти гарантувати, що результати не залишаться непоміченими. Якщо змінити щось під час виконання, то доведеться переробляти WBS, оскільки вона визначає обсяг проекту.

Після побудови WBS переходимо до створення діаграми Ганта.

Діаграми Ганта – це візуальний інструмент управління проектами, який допомагає менеджерам проектів візуалізувати завдання, що становлять розклад проекту.

Діаграма Ганта використовується на етапі планування проекту

після того, як усі завдання були визначені з використанням структурної декомпозиції робіт (WBS), деревоподібної діаграми.

Для визначення критичного шляху необхідно :

- крок 1. Скласти список завдань.
- крок 2. Встановити тривалість. Тривалість – це час, необхідний для виконання кожного завдання. Якщо скласти все разом, отримаємо повну тривалість проєкту.
- крок 3. Визначити залежності. На діаграмі Ганта існує чотири типи залежностей завдань: «закінчення-початок», «закінчення-закінчення», «початок-початок» та «початок-закінчення». Визначення залежностей у проєкті допоможе уникнути вузьких місць, оскільки можна планувати заздалегідь та розподіляти ресурси (людей) у міру необхідності, щоб проєкт відповідав графіку.
- крок 4. Додати логічні кінцеві точки. Додаються віхи – важливі дати, що позначають закінчення однієї фази проєкту та початок наступної. Далі знаходиться найдовший шлях послідовності завдань – це критичний шлях.

Побудуємо діаграму Ганта для візуалізації етапів виконання проєкту з автоматизації обліку обігу вагонів та аналізу даних, результат наведено на рисунку 5.3. За допомогою розпаралелювання процесу, ми змогли скоротити термін розробки проєкту на 30 діб (рис. 5.4).

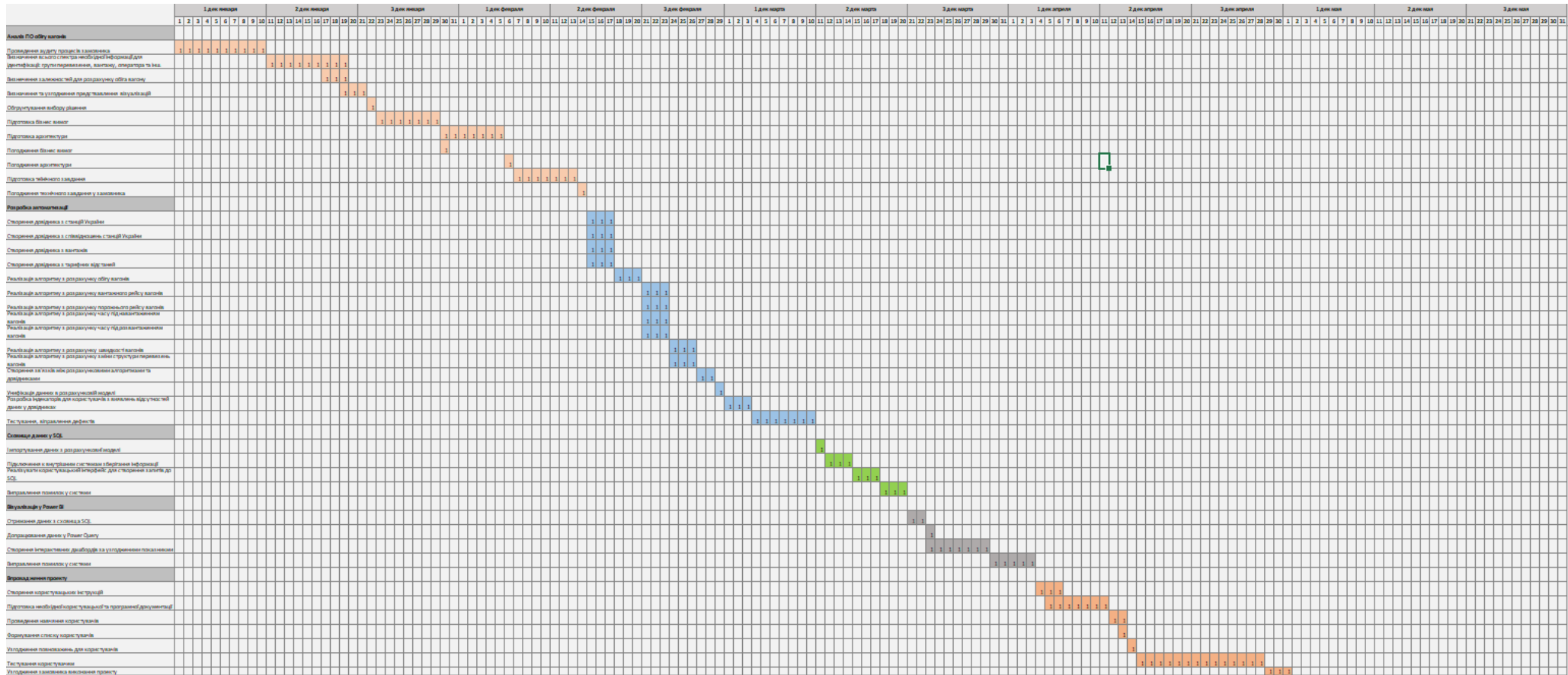


Рисунок 5.4 – Діаграма Ганта після оптимізації та розпаралелювання процесів

Розробимо RACI матрицю. RACI — це система для чіткого розподілу ролей в бізнес-процесах, яка страхує від тих моментів, коли всі плутаються, хто тут головний, хто виконує роботу, а хто несе відповідальність. Пояснення на рисунку 5.5 .

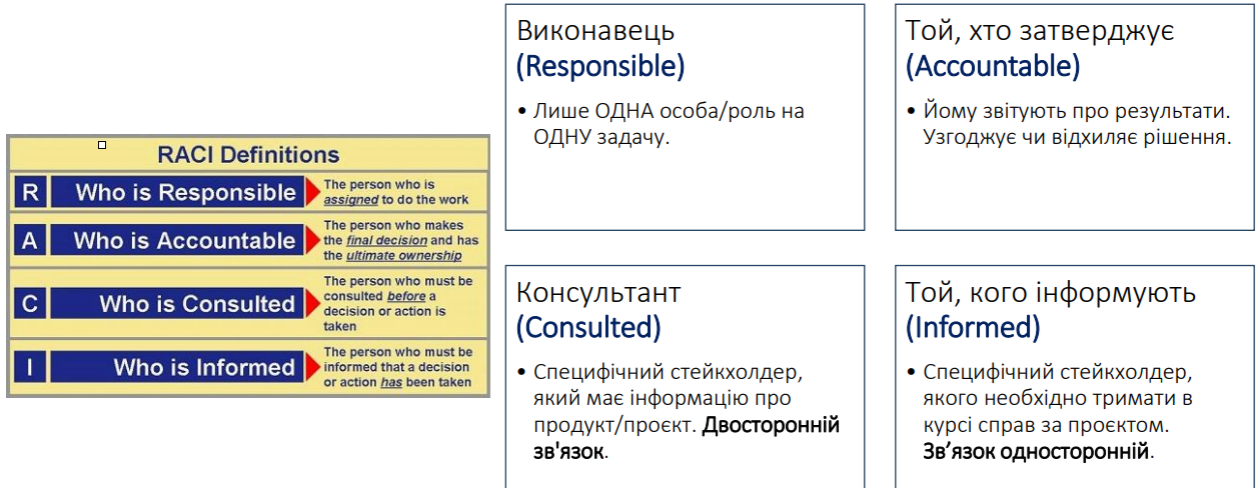


Рисунок 5.5 – RACI-матриця

Етапи робіт	Виконавець							Замовник			
	Керівник проекту з боку розробника	Системний архітектор	Бізнес-аналітик	Фахівець з моделі даних	Адміністратор БД	Розробник	Розробник BI-додатків	Керівник проекту з боку бізнеса	Предметний експерт	Системний адміністратор	Користувачі
Аналіз ПО обігу вагонів											
Визначення всього спектра необхідної інформації для ідентифікації: групи перевезення, вантажу, оператора та інш.	A	R	R	R	R			C	C		C
Проведення аудиту процесів замовника	A	R	R	R	R			C	C		C
Визначення залежностей для розрахунку обігу вагону	A	R	R	R					C		C
Визначення та узгодження представлення візуалізації	A	R	R						C		C
Обґрунтування вибору рішення			R					A	A	A	A
Підготовка бізнес вимог		R	R	R	R						
Підготовка архітектури		R	R	R	R						
Погодження бізнес вимог	R							A	A	A	A
Погодження архітектури	R							A	A	A	A
Підготовка технічного завдання		R	R	R	R						
Погодження технічного завдання у замовника	R							A	A	A	A
Розробка автоматизації											
Створення довідника з станцій України	A			C		R		I	C		C
Створення довідника з співвідношень станцій України	A			C		R		I	C		C
Створення довідника з вантажів	A			C		R		I	C		C
Створення довідника з тарифних відстаней	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку обігу вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку вантажного рейсу вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку порожнього рейсу вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку часу під навантаженням вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку часу під розвантаженням вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку швидкості вагонів	A			C		R		I	C		C
Реалізація алгоритму з розрахунку зміни структури перевезень вагонів	A			C		R		I	C		C
Створення зв'язків між розрахунковими алгоритмами та довідниками	A			C		R		I	C		C
Уніфікація даних в розрахунковій моделі	A			C		R		I	C		C
Розробка індикаторів для користувачів з виявлень відсутностей даних у	A			C		R		I	C		C
Тестування, виправлення дефектів	A					R		I	R/A		R/A
Сховище даних у SQL											
Імпортування даних з розрахункової моделі	A			C	R				C		C
Підключення к внутрішнім системам зберігання інформації	A			C	R				C		C
Реалізувати користувацький інтерфейс для створення запитів до SQL	A			C	R				C		C
Тестування, виправлення дефектів	A			C	R			I	R/A		R/A
Візуалізація у Power BI											
Отримання даних з сховища SQL	A			C	R		R	C	C		C
Допрацювання даних у Power Query	A			C			R	C	C		C
Створення інтерактивних дашбордів за узгодженими показниками	A			C			R	C	C		C
Тестування, виправлення дефектів	A			C			R	I	R/A		R/A
Впровадження проекту											
Створення користувацьких інструкцій	R		R	R							
Підготовка необхідної користувацької та програмної документації	R		R	R							
Проведення навчання користувачів	R				R	R	R	I	I	I	I
Формування списку користувачів	I							A	R		R
Узгодження повноважень для користувачів	R			R	R			I			
Тестування користувачем	I							A	R	R	R
Узгодження замовника виконання проекту	R							A	A	A	A

Рисунок 5.6 – RACI-матриця проекту з автоматизації обігу вагонів

Зробимо економічну доцільність цього проекту. У залізничних перевезень дуже складна логістика. Від обігу залежить залучення парку на ринку, але при цьому треба враховувати багато залежностей :

- завантаженість колії;
- можливі конвенції;
- особливості ділянку руху;
- вантажні обмеження терміналів або підприємства;
- можливі складнощі з особливим типом рухомого складу;
- власник вагону;
- вартість залучення вагону різних операторів та інші.

Особливостей дуже багато, та вони залежать від самої логістики, якщо зона доволі обмежена, то залучення багатого рухомого складу не призведе до очікуваного результату так як можна забити колію та багато часу треба буде щоб роз'їхатись вагонам через маневрові роботи. На це все можна впливати через роботу з працівниками дороги, залучення локомотивів чи локомотивних бригад або просто маршрутувати чи групувати відправлення [31,33].

Для прикладу проаналізуємо помилку через людський фактор на 0,1 добу через складність оперувати старою розрахунковою системою та покажемо результати на рисунку 5.7.

	До проекту	Після проекту	
Необхідність в перевезенні, тн	3,000,000	3,000,000	
Обіг, сут.	9.7	9.6	
Завантаження одного вагону , тн	68	68	
Кількість днів у місяці, сут.	30	30	
Необхідний парк, ваг	14,265	14,118	-147
Залучення 1 вагону, грн	420	420	
Вартість залучення необхідного парку, міс.грн.	179,739,000	177,886,800	-1,852,200

Рисунок 5.7 – Економічна доцільність

Як ми бачимо, при необхідності 3 млн/тн. вантажу, необхідно 14 265 ваг. при 9,7 діб та 14 118 ваг. при 9,6 діб, а це 1,85 млн. збитків. Цифри приблизні, але навіть вони показують високу долю збитків і це лише на похибці в 0,1 добу (а помилка може бути навіть більше). Також потрібно взяти до уваги можливу роботу з потенційними контрагентами на перевезеннях. Якщо з'являється новий потенційний партнер, то для іміджу компанії ми не можемо помилитися чи працювати собі у збиток. Праця з партнером як правило також базується на комерційних пропозиціях, які залежать від обігу, а затримка в розрахунку обігу для необхідного направлення також може бути не на нашу користь. Якщо перевезення необхідно терміново, а ми не зможемо терміново надати комерційну пропозицію, то наш потенційний партнер може піти до іншого перевізника. Тому дане дослідження має велику актуальність та впливає на конкурентоспроможність підприємства.

ВИСНОВКИ

Аналіз процесу обліку та розрахунку залізничних показників показав, що інноваційні інформаційні технології надають нові можливості для управлінської діяльності, включаючи ефективне використання інформації, стратегічне планування, аналіз даних та контроль якості при перевезеннях вантажів залізничним транспортом. Це веде до необхідності в автоматизованій системі обліку та розрахунку показників обігу вагонів. Проведено аналіз інформаційних технологій, існуючих аналогів відповідних програмних продуктів, визначено їх недоліки.

Проаналізовано поточний стан обліку та розрахунку показників обігу вагонів в компанії, виявлено існуючі недоліки і обґрунтовано потребу в автоматизованій системі у вигляді програмно-методичного комплексу. Сформульовано основні терміни та поняття для глосарію. Досліджено формальну постановку завдання розробки математичної моделі функціонування предметної області, розроблено структурно-функціональні моделі у вигляді діаграм (контекстна потоків даних, Use case, послідовності взаємодії, IDEF0), розумової карти і Canvas Model для автоматизації обліку та розрахунку обігу вагонів.

Дослідження можливостей використання запропонованої системи виявили важливі умови та обмеження, які необхідно взяти до уваги при розробці математичної моделі для аналізу даних. Сформульовано цілі та критерії автоматизованої системи. Автоматизацію запропоновано забезпечити за рахунок комплексного використання MS Excel, MS SQL Server та Power BI. Розроблено завдання на побудову системи, розроблено математичну модель обробки та аналізу даних, блок-схему роботи системи, спроектовано та реалізовано базу даних в MS SQL Server та розроблено шість інтерактивних дашбордів в Power BI.

Розроблено математичні моделі для прогнозування обігу вагонів

за допомогою статистичних методів, зокрема моделі ARIMA. Виконано прогнозування залізничних показників за допомогою методів статистичного аналізу.

В економічній частині обґрунтовано доцільність розробки нової автоматизованої системи. Визначено, що запропонована система за функціональністю перевищує поточну систему з розрахунку обігу вагонів, але потребує більше людей для розробки. Розроблено діаграму Ганта та RACI-матрицю для оптимізації процесу розробки. Встановлено, що розробка системи є економічно доцільною та конкурентоспроможною для впровадження на підприємстві.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загальний курс транспорту : підручник / М. І. Капіца, Д. М. Кислий, А. Є. Десяк; за ред. д-ра техн. наук, проф. М. І. Капіци; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Електрон. вид. Дніпро: УДУНТ, 2023. – 288 с., 2023;
2. Основні аспекти стратегії розвитку ПАТ «Укрзалізниця» 2017–2021 роки. URL: http://www.uz.gov.ua/files/file/Strategy_Presentation_fin_1.pdf (дата звернення 14.01.2025);
3. Воркут А. І., Коцюк О. Я., Лебідь І. Г., Мельниченко О.І. Транспортно-експедиторська діяльність. Київ : НТУ, 1998. 264 с.;
4. Зеркалов Д.В. Транспортна система України : довідник. Київ : Основа, 2007. 620 с.;
5. Довідник залізничника. У 8 кн. / Д. В. Зеркалов та ін. ; за ред. Д. В. Зеркалова. Київ : Основа, 2004. Кн. 1. Перевезення вантажів. 552 с.;
6. Зеркалов Д. В., Коба В. Г., Кушнірчук В. Г., Петров В. І. Порти України. Перевезення вантажів : навч. посіб. Київ : Основа, 2003. 624 с.;
7. Шамрай Д. А., Яновська Т. Г., Дорошенко Н. В., Зеркалов Д. В. Управління залізничним транспортом. У чотирьох книгах. / за ред. Д. В. Зеркалова. Київ: Основа, 2004. Кн. 2. Перевезення. Тарифи. 280 с.;
8. Шамрай Д. А., Яновська Т. Г., Дорошенко Н. В., Зеркалов Д. В. Управління залізничним транспортом. У чотирьох книгах. / за ред. Д. В. Зеркалова. Київ: Основа, 2004. Кн. 1. Організаційно-правова основа. Інфраструктура. 352 с.;
9. Аксьонов І. М., Довганюк С. С., Зеркалов Д. В. Довідник залізничника. У 8 кн./ за ред. Д. В. Зеркалова. Київ : Основа, 2004. Кн.2. Перевезення пасажирів. 436 с.;
10. Ломотько Д. В. Формування системи транспортно-експедиційного обслуговування залізницями на під'їзних коліях підприємств [Текст] / Д.В. Ломотько, І.В. Барабаш, А.Б. Ісмаїлов // Зб.

наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С. 45-50.

11. Запара, Я.В. Удосконалення технології роботи залізничного вузла на базі логістичного управління [Текст] / Я.В. Запара // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, 05.22.01. – Х.: УкрДАЗТ, 2013. – С. 5.

12. Козаченко, Д.М. Проблеми концентрації роботи з місцевими вагонами залізничних вузлів на технічних станціях [Текст] / Д.М. Козаченко, Р.Г. Коробйова // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: 67 міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 травня 2007 р., тези доп. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2007. – С. 130-131.

13. Шевченко Н. Ю. Методологія проектного управління в ІТ. Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 101с. URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=2201> (Дата звернення 10.10.2024);

14. Сагайда П. І. Бази даних та знань у системах цифрового інтелекту, Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=1382> , 2023. 115 с. (Дата звернення 10.10.2023);

15. Сагайда П. І. Сховища даних, Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=1628> , 2024. 65 с. (Дата звернення 30.10.2024);

16. Москаленко В. В. Методи бізнес-аналізу для проектування систем цифрового інтелекту, Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=1621> , 2023. 270 с. (Дата звернення 10.06.2024);

17. Сагайда П. І. Обробка великих даних (Big Data) , Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=2195> , 2024. 69 с. (Дата звернення 17.10.2024);
18. Гетьман І. А. Обробка результатів досліджень в інформаційних системах, Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=2223> , 2016. 117 с. (Дата звернення 29.10.2024);
19. Москаленко В. В. Проектування та розробка систем цифрового інтелекту, Лекційний матеріал. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», URL: <https://learning.mipolytech.education/md/course/view.php?id=1185> , 2023. 371 с. (Дата звернення 30.06.2024);
20. О. В. Лаврухін, Г. С. Бауліна, О. М. Костенніков, Г. Є. Богомазова Вантажні перевезення на залізничному транспорті, Харків: Українська академія залізничному транспорту, 2015 р. 262 с.;
21. Зеркалов Д.В. Довідник залізничника. Книга 1. Перевезення вантажів, Київ: «МЕТАЛЛИКА». 2004. 552 с.;
22. Майкл Александер, Ричард Куслейка, Excel. Біблія користувача, John Wiley & Sons, LTD. 2019. 1136 с.;
23. Альберто Феррарі, Марко Руссо, Аналіз даних за допомогою Microsoft Power BI і Power Pivot для Excel, ДМК Пресс. 2020. 288 с.;
24. Аллен Тейлор, SQL для чайників, John Wiley and Sons Ltd. 2019. 544 с.;
25. Marco Russo, Alberto Ferrari, The Definitive Guide to DAX, 2019. 768 с.;
26. Марко Руссо, Докладне керівництво з DAX. Бізнес-аналітика с Microsoft Power BI, SQL Server Analysis Services и Excel, 2021. 776 с.;

27. Алан Мюррей, Ефективна робота в Microsoft Excel, ДМК Пресс. 2021. 276 с.;
28. Зведені таблиці в Microsoft Excel 2021 и Microsoft 365 :Print2print. 2023. 554 с.;
29. Alan Beaulieu. Learning SQL: Master SQL Fundamentals 3rd Edition : O'Reilly. 2020. 380 с.;
30. Ельперін І. В., Пупена О. М., Сідлецький В. М., Швед С. М. Автоматизація виробничих процесів : Ліра-К. 2017. 378 с.
31. Ейтутіс Г. Д., О. М. Кривопішин. Економіка залізниці: історія, сьогодення, перспективи розвитку. Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект Поліграф», 2014. 292 с.;
32. Довідник основних показників роботи залізниць України / За ред. Н. В. Котіль. Київ: ТОВ «Девалта», 2015. 60 с. Кулаєв Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту: Навчальний посібник. К.: Фенікс, 2012. 240 с.;
33. Макаренко М.В. Основи управління економічними процесами на залізничному транспорті України. Монографія. К.: КУЕТТ, 2003. 478 с.
34. Чеклов В. Ф., Шеховцов О. І., Масалов А. М. Удосконалення автоматизованої системи обліку вантажних вагонів при обслуговуванні під'їзних колій ТОВ «Макіївпромтранс». Збірник наукових праць ДонІЗТ. 2013. № 33. С. 6-12.;
35. Ломотько Д. В., Кльосов О. Є., Корнійчук С. Г. Удосконалення переробки масових вантажів залізничним транспортом в умовах створення інформаційно-керуючої системи. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2011. Вип. 120. С. 119 – 125.
36. Strelko, O., Solovyova, O., Berdnychenko, Y., Kyrychenko, H., Solovyova, L. Study of the contemporary trends in the development of transport systems of the Ukrainian railways. Acta Sci. Pol. Administratio Locorum. 2023. Vol. 22(2), P. 263–279.;

37. Sherzod Jumayev S., Sakijan Khudayberganov S., Oybek Achilov O. and Allamuratova M. Assessment criteria for optimization of parameters affecting to local wagon-flows at railway sites. E3S Web Conf. 2021. Vol. 264. 05022. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405022>;

38. Olentsevich V. A., Belogolov Yu. I. and Grigoryeva N. N. Analysis of reliability and sustainability of organizational and technical systems of railway transportation process. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020. Vol. 832. 012061. DOI: 10.1088/1757-899X/832/1/012061.

ДОДАТОК А. Відомості роботи

Таблиця А.1 – Відомості роботи

Формат	№ п/п	Назва документу	Найменування об'єкту або вибору	Кількість сторінок
A4	1	Пояснювальна записка	КЦТПАР.122-23-1м.01.00.КР.ПЗ	154
Графічна частина				
A4	2	Загальні положення щодо обігу вагонів	КЦТПАР.122-23-1м.01.01.КР.ПЗ	1
A4	3	Поточна робота	КЦТПАР.122-23-1м.01.02.КР.ПЗ	1
A4	4	Canvas Model	КЦТПАР.122-23-1м.01.03.КР.ПЗ	1
A4	5	Визначення пріоритетів	КЦТПАР.122-23-1м.01.04.КР.ПЗ	1
A4	6	Узгоджені моделі візуалізації	КЦТПАР.122-23-1м.01.05.КР.ПЗ	1
A4	7	SQL Server	КЦТПАР.122-23-1м.01.06.КР.ПЗ	1
A4	8	Power BI	КЦТПАР.122-23-1м.01.07.КР.ПЗ	1
A4	9	Дашборд	КЦТПАР.122-23-1м.01.08.КР.ПЗ	1
A4	10	Дашборд	КЦТПАР.122-23-1м.01.09.КР.ПЗ	1
A4	11	Дашборд	КЦТПАР.122-23-1м.01.10.КР.ПЗ	1
A4	12	SWOT аналіз	КЦТПАР.122-23-1м.01.11.КР.ПЗ	1
A4	13	Економічне обґрунтування	КЦТПАР.122-23-1м.01.12.КР.ПЗ	1

ДОДАТОК Б. Протокол зустрічі в компанії

Протокол

Організація з організація з обмеженою відповідальністю «Метінвест Шіппінг»

15.03.2024

м. Київ

ПРИСУТНІ

Керівник планово-аналітичного відділу Клімов В.А.;
Спеціаліст з залізничних перевезень Міхньов О.В.;
Спеціаліст з залізничних перевезень Агапов С.А.

ПОВІСТКА ДНЯ

Обговорити постановку цілей з ПО обігу вагонів;
Визначити чіткі метрики розрахунку обігу вагону;
Визначити вимоги до візуалізації обігу вагонів .

ПОСТАНОВИЛИ

Наступні цілі:

Розробити математичну модель з розрахунку обігу вагонів;

- Розробити візуалізацію у PowerBI;
- Розробити ретроспективну базу даних.

Чіткі метрики розрахунку обігу наступні:

- Час на навантаження по підприємству навантаження;
- Час доставки у завантаженому стані;
- Час на розвантаження по підприємству розвантаження;
- Час доставки у порожньому стані .

Вимоги до візуалізації :

- Потрібно бачити у рамках поточного року по укрупненим групам на полігоні групи Метінвест щомісячний обіг вагонів в можливість дивитись обіг конкретного оператора, або РПС, та з порівнянням двох останніх місяців , та з урахуванням відхилення від середньозважених показників по року;
- Можливість бачити по усім укрупненим групам всі чотири елементи обігу у рамках поточного року та в цілому по перевезенням групи Метінвест, та з порівнянням двох останніх місяців , та з урахуванням відхилення від середньозважених показників по року;
- Потрібно бачити динаміку змінення тарифних відстаней по усім укрупненим групам , та з порівнянням двох останніх місяців , та з урахуванням відхилення від середньозважених показників по року;
- Потрібно бачити динаміку змінення швидкості вагонів по усім укрупненим групам , та з порівнянням двох останніх місяців , та з урахуванням відхилення від середньозважених показників по року.

Керівник планово-аналітичного відділу

Підпис А

Климов В.А

Спеціаліст з залізничних перевезень

Підпис Б

Міхньов

О.В

Спеціаліст з залізничних перевезень

Підпис С

Агапов С.А.

ДОДАТОК В. SQL запити до БД

Таблиця В.1 – SQL запити до БД для розрахунку обігу вагону

Група	Запит
Угли Порт ЧМ	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Порт ЧМ');</pre>
Угли Украина	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Украина');</pre>
ГОК	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023ГОК');</pre>
Европа	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Европа');</pre>
ВГП	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023ВГП');</pre>

Таблиця В.1 – SQL запити до БД для розрахунку обігу вагону
(продовження)

Азия	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Азия');</pre>
Ост	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Ост');</pre>
Аглоруда	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Аглоруда');</pre>
Кокс	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Кокс');</pre>
Флюсы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Флюсы');</pre>

Таблица В.1 – SQL запити до БД для розрахунку обігу вагону
(продовження)

Металл	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Металл');</pre>
Порты ЧМ+Измаил	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023порты ЧМ+Измаил');</pre>
Внутренний рынок	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Внутренний рынок');</pre>
Западные п/переходы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Западные п/переходы');</pre>
Прочие	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Прочие');</pre>

Таблиця В.1 – SQL запити до БД для розрахунку обігу вагону
(продовження)

Продажи	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Оборот_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Продажа');</pre>
---------	---

Таблиця В.2 – SQL запити до БД для розрахунку елементів обігу

Група	Запит
Пользовани е на станции погрузки	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Время_на_станции_погрузки_умно ж_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3</pre>
Время следования груз.	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Время_следования_груз_умнож_в аг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3</pre>
Пользовани е при выгрузке	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Время_на_станции_выгрузки_умн ож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3</pre>
Время следования порож.	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Время_следования_порож_умнож _ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),1) FROM dbo.Jan3</pre>

Таблиця В.3 – SQL запити до БД для розрахунку зміни швидкості вагонів

Група	Запит
Угли Порт ЧМ	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Порт ЧМ');</pre>
Угли Украина	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Украина');</pre>
ГОК	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023ГОК');</pre>
Европа	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Европа');</pre>

Таблиця В.3 – SQL запити до БД для розрахунку зміни швидкості вагонів (продовження)

ВГП	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023ВГП');</pre>
Азия	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Азия');</pre>
Ост	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Ост');</pre>
Аглоруда	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Аглоруда');</pre>

Таблиця В.3 – SQL запити до БД для розрахунку зміни швидкості вагонів (продовження)

Кокс	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Кокс');</pre>
Флюсы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Флюсы');</pre>
Металл	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Металл');</pre>
Порты ЧМ+Измаил	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023порты ЧМ+Измаил');</pre>

Таблица В.3 – SQL запити до БД для розрахунку зміни швидкості вагонів (продовження)

Внутренний рынок	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Внутренний рынок');</pre>
Западные п/переходы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Западные п/переходы');</pre>
Прочие	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Прочие');</pre>
Продажи	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Скорость_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Продажи');</pre>

Таблиця В.4 – SQL запити до БД для розрахунку показників при зміні структури перевезень

Група	Запит
Угли Порт ЧМ	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Порт ЧМ');</pre>
Угли Украина	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023угли Украина');</pre>
ГОК	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023ГОК');</pre>
Европа	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Европа');</pre>

Таблиця В.4 – SQL запити до БД для розрахунку показників при зміні структури перевезень (продовження)

ВГП	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023ВГП');</pre>
Азия	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Азия');</pre>
Ост	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Ост');</pre>
Аглоруда	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Аглоруда');</pre>

Таблиця В.4 – SQL запити до БД для розрахунку показників при зміні структури перевезень (продовження)

Кокс	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Кокс');</pre>
Флюсы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Флюсы');</pre>
Металл	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Металл');</pre>
Порты ЧМ+Измаил	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023порты ЧМ+Измаил');</pre>

Таблица В.4 – SQL запити до БД для розрахунку показників при зміні структури перевезень (продовження)

Внутренний рынок	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Внутренний рынок');</pre>
Западные п/переходы	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_Вторая_ группа] LIKE ('Январь 2023Западные п/переходы');</pre>
Прочие	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Прочие');</pre>
Продажи	<pre>SELECT ROUND(CAST(SUM([Тарифное_расстояние_умнож_ваг]) AS FLOAT) / CAST(SUM([ВГ]) AS FLOAT),0) FROM dbo.Jan3 WHERE [Сцепка_мес_первая_ группа] LIKE ('Январь 2023Продажи');</pre>

ДОДАТОК Г. WBS проекту

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів

Task No.	Task Description	Task Owner	Resources Needed	Start Date	Estimated Completion	Finish Date
1	Аналіз ПО обігу вагонів			01.01.2024	50	19.02.2024
1.1	Визначення всього спектра необхідної інформації для ідентифікацій : групи перевезення, вантажу, оператора та інш.	Міхньов О.В.	PM	01.01.2024	10	10.01.2024
	Проведення аудиту процесів замовника	Міхньов О.В.	PM	10.01.2024	10	19.01.2024
1.2	Визначення залежностей для розрахунку обігу вагону	Міхньов О.В.	PM	20.01.2024	3	22.01.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

1.3	Визначення та узгодження представлення візуалізацій	Міхньов О.В.	PM	23.01.2024	3	25.01.2024
1.4	Обґрунтування вибору рішення	Міхньов О.В.	PM	26.01.2024	1	26.01.2024
1.5	Підготовка бізнес вимог	Міхньов О.В.	PM	27.01.2024	7	02.02.2024
1.6	Підготовка архітектури	Міхньов О.В.	PM	03.02.2024	7	09.02.2024
1.7	Погодження бізнес вимог	Міхньов О.В.	PM	10.02.2024	1	10.02.2024
1.8	Погодження архітектури	Міхньов О.В.	PM	11.02.2024	1	11.02.2024
1.10	Підготовка технічного завдання	Міхньов О.В.	PM	12.02.2024	7	18.02.2024
1.11	Погодження технічного завдання у замовника	Міхньов О.В.	PM	19.02.2024	1	19.02.2024
2	Розробка автоматизації			20.02.2024	46	05.04.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

2.1	Створення довідника з станцій України	Міхньов О.В.	PM	20.02.2024	3	22.02.2024
2.2	Створення довідника з співвідношен ь станцій України	Міхньов О.В.	PM	23.02.2024	3	25.02.2024
2.3	Створення довідника з вантажів	Міхньов О.В.	PM	26.02.2024	3	28.02.2024
2.4	Створення довідника з тарифних відстаней	Міхньов О.В.	PM	29.02.2024	3	02.03.2024
2.5	Реалізація алгоритму з розрахунку обігу вагонів	Міхньов О.В.	PM	03.03.2024	3	05.03.2024
2.6	Реалізація алгоритму з розрахунку вантажного рейсу вагонів	Міхньов О.В.	PM	06.03.2024	3	08.03.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

2.7	Реалізація алгоритму з розрахунку порожнього рейсу вагонів	Міхньов О.В.	PM	09.03.2024	3	11.03.2024
2.8	Реалізація алгоритму з розрахунку часу під навантаженн ям вагонів	Міхньов О.В.	PM	12.03.2024	3	14.03.2024
2.9	Реалізація алгоритму з розрахунку часу під розвантаженн ям вагонів	Міхньов О.В.	PM	15.03.2024	3	17.03.2024
2.10	Реалізація алгоритму з розрахунку швидкості вагонів	Міхньов О.В.	PM	18.03.2024	3	20.03.2024
2.11	Реалізація алгоритму з розрахунку зміни структури перевезень вагонів	Міхньов О.В.	PM	21.03.2024	3	23.03.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

2.12	Створення зв'язків між розрахунковими алгоритмами та довідниками	Міхньов О.В.	PM	24.03.2024	2	25.03.2024
2.13	Уніфікація даних в розрахунковій моделі	Міхньов О.В.	PM	26.03.2024	1	26.03.2024
2.14	Розробка індикаторів для користувачів з виявлені відсутностей даних у довідниках	Міхньов О.В.	PM	27.03.2024	3	29.03.2024
2.15	Тестування, виправлення дефектів	Міхньов О.В.	PM	30.03.2024	7	05.04.2024
3	Сховище даних у SQL			06.04.2024	10	15.04.2024
3.1	Імпортування даних з розрахункової моделі	Міхньов О.В.	PM	06.04.2024	1	06.04.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

3.2	Підключення к внутрішнім системам зберігання інформації	Міхньов О.В.	PM	07.04.2024	3	09.04.2024
3.3	Реалізувати користувацький інтерфейс для створення запитів до SQL	Міхньов О.В.	PM	10.04.2024	3	12.04.2024
3.4	Тестування, виправлення дефектів	Міхньов О.В.	PM	13.04.2024	3	15.04.2024
4	Візуалізація у Power BI			16.04.2024	15	30.04.2024
4.1	Отримання даних з сховища SQL	Міхньов О.В.	PM	16.04.2024	2	17.04.2024
4.2	Доопрацювання даних у Power Query	Міхньов О.В.	PM	18.04.2024	1	18.04.2024
4.3	Створення інтерактивних дашбордів за узгодженими показниками	Міхньов О.В.	PM	19.04.2024	7	25.04.2024

Таблиця Г.1 – WBS проєкту з обігу вагонів (продовження)

4.4	Тестування, виправлення дефектів	Міхньов О.В.	PM	26.04.2024	5	30.04.2024
5	Впровадження проєкту			01.05.2024	31	31.05.2024
5.1	Створення користувацьких інструкцій	Міхньов О.В.	PM	01.05.2024	3	03.05.2024
5.2	Підготовка необхідної користувацької та програмної документації	Міхньов О.В.	PM	04.05.2024	7	10.05.2024
5.3	Проведення навчання користувачів	Міхньов О.В.	PM	11.05.2024	2	12.05.2024
5.4	Формування списку користувачів	Міхньов О.В.	PM	13.05.2024	1	13.05.2024
5.5	Узгодження повноважень для користувачів	Міхньов О.В.	PM	14.05.2024	1	14.05.2024
5.6	Тестування користувачем	Міхньов О.В.	PM	15.05.2024	14	28.05.2024

Таблиця Г.1 – WBS проекту з обігу вагонів (продовження)

5.4	Узгодження замовника виконання проекту	Міхньов О.В.	PM	29.05.2024	3	31.05.2024
-----	---	-----------------	----	------------	---	------------

ДОДАТОК Д. Етапи встановлення MS SQL Server та SQL Server Management Studio на комп'ютер користувача програмного комплексу для автоматизації обліку обігу вагонів та аналізу даних

Етапи встановлення програмного забезпечення на комп'ютер з операційною системою Windows наведено на рис. Д.1-Д.7.

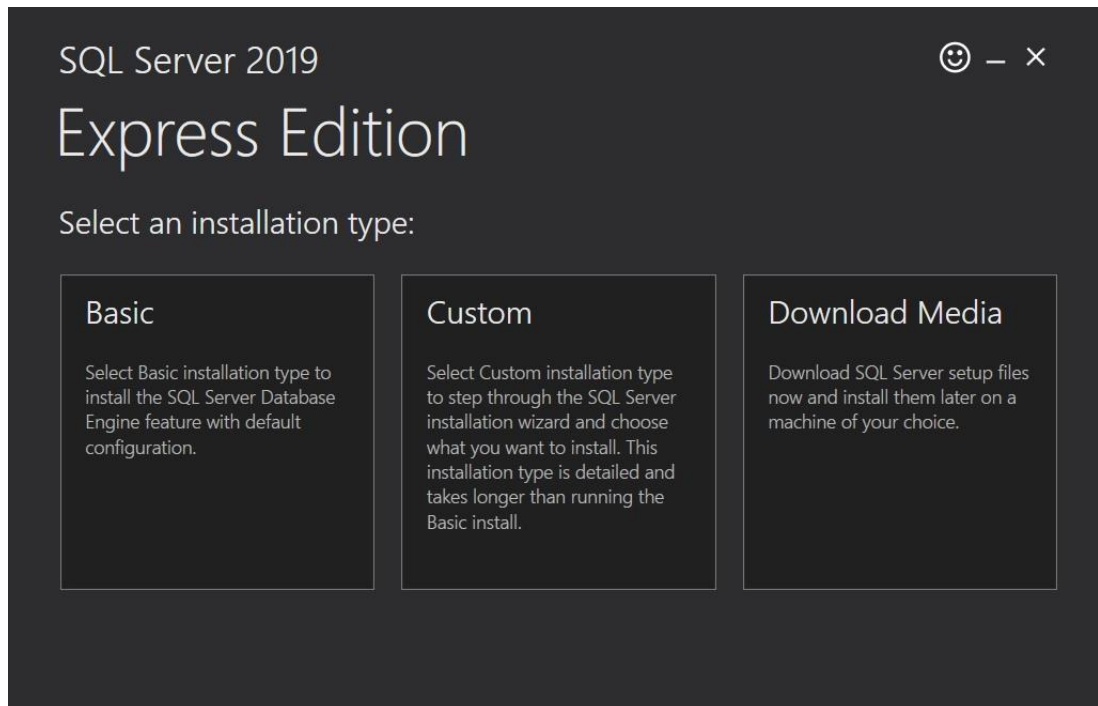


Рисунок Д.1 – Вибір типу інсталятора SQL Server 2019

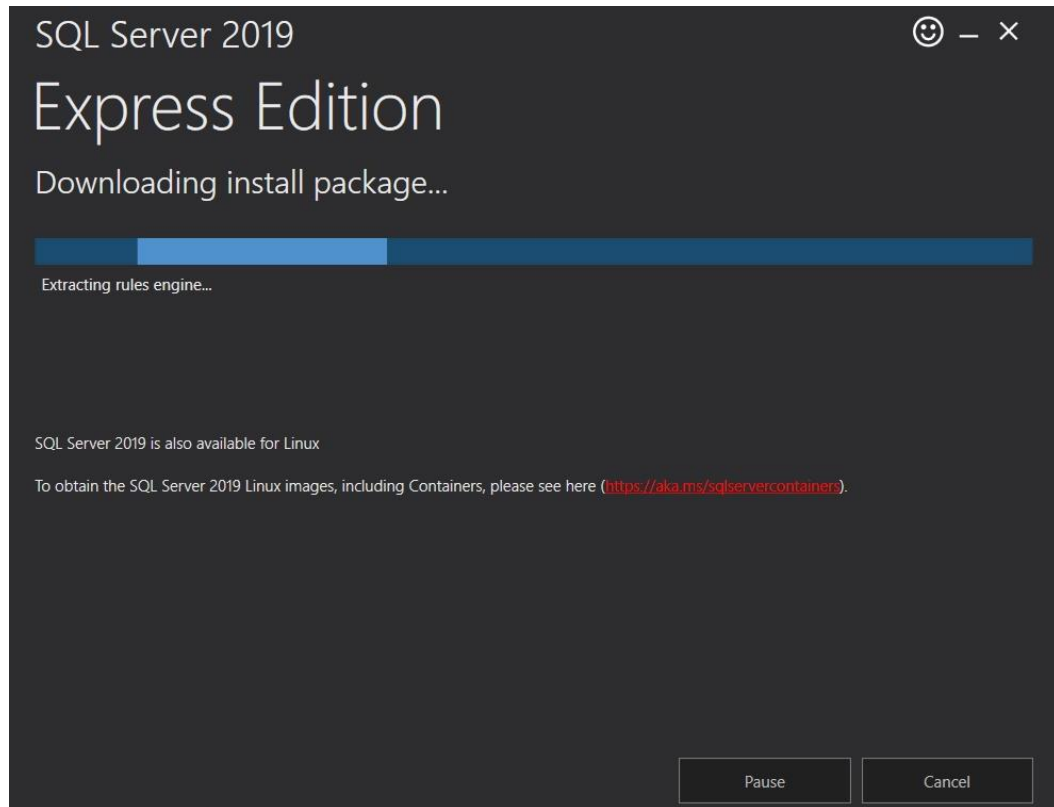


Рисунок Д.2 – Завантаження SQL Server

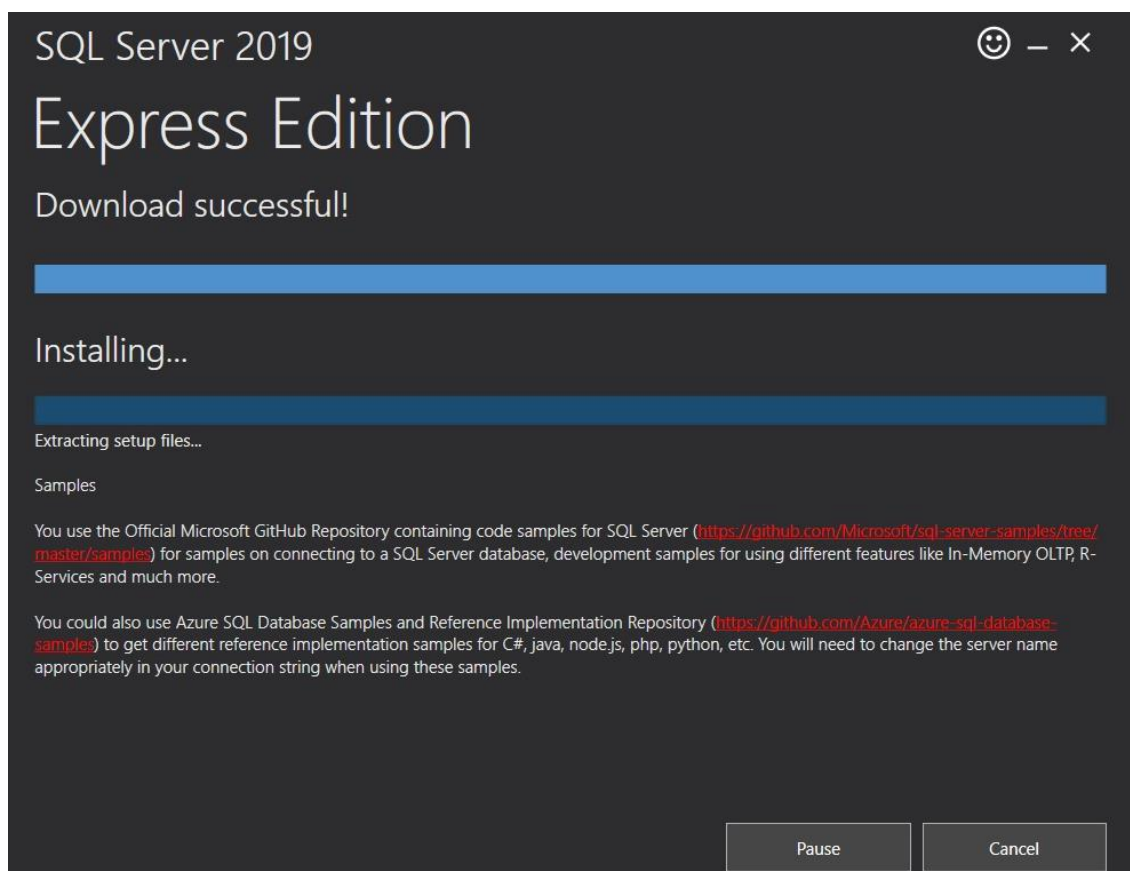


Рисунок Д.3 – Встановлення SQL Server

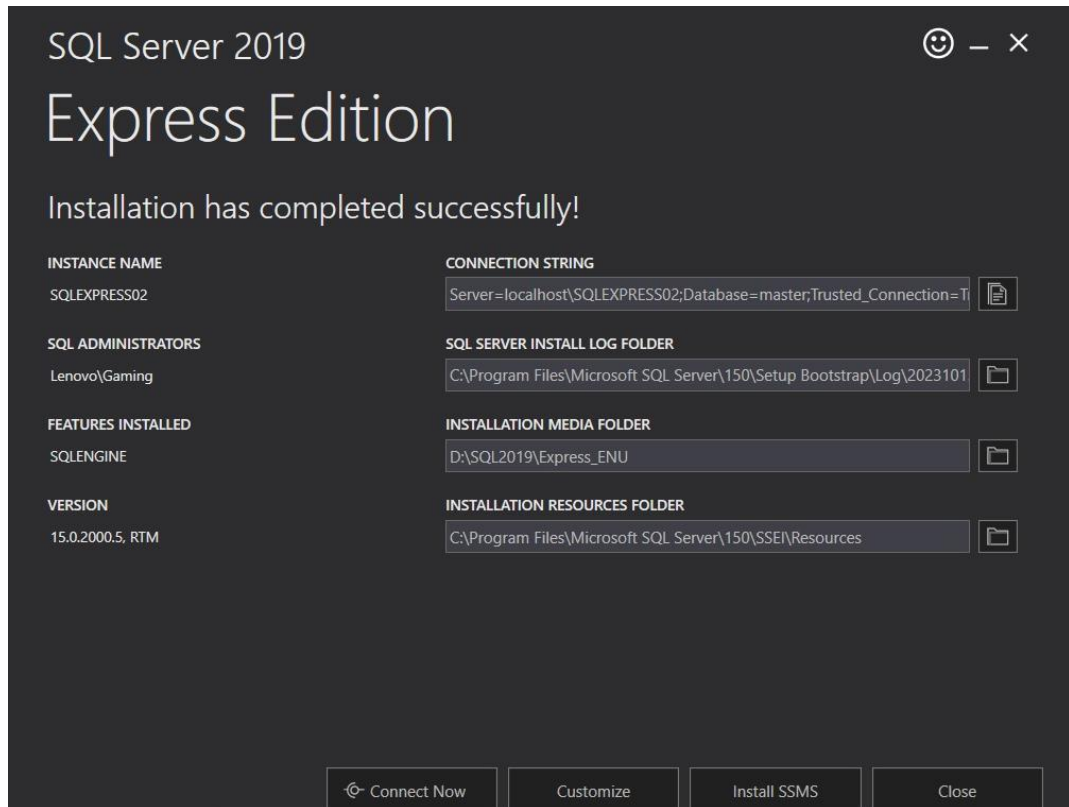


Рисунок Д.4 – Встановлений SQL Server

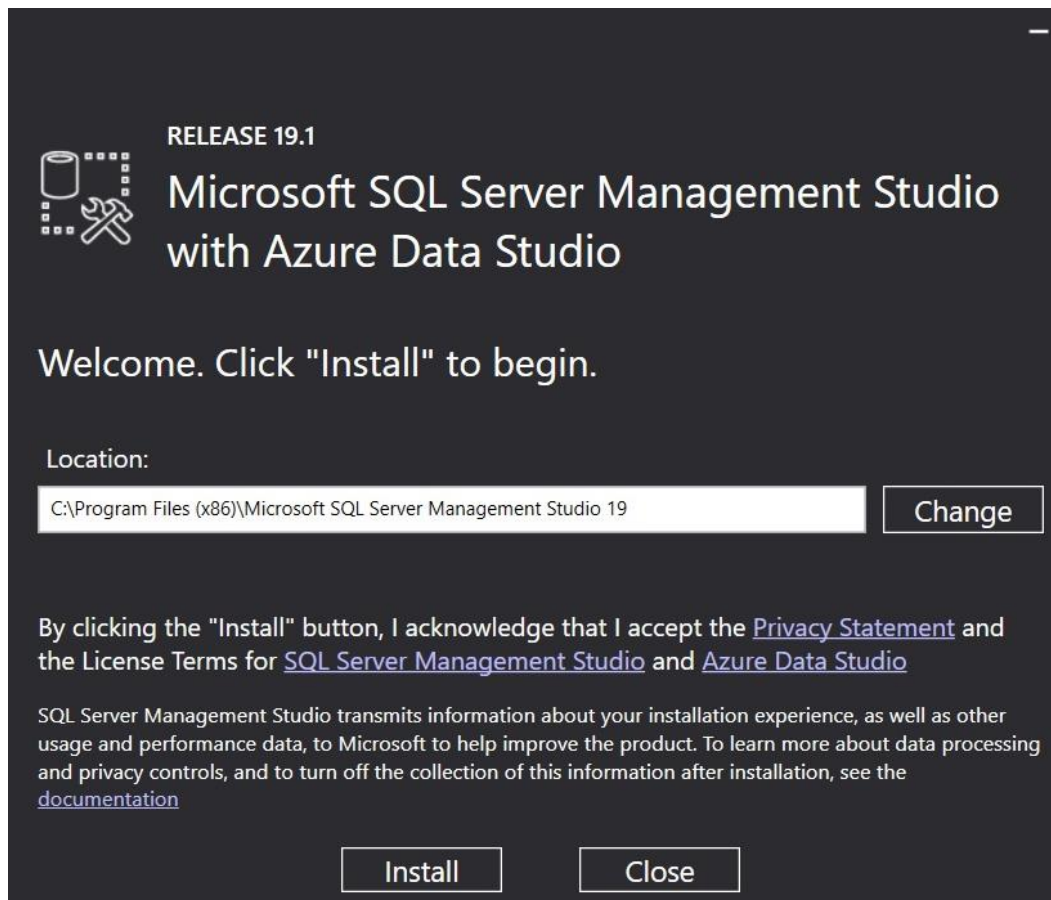


Рисунок Д.5 – Встановлення SQL Server Management Studio

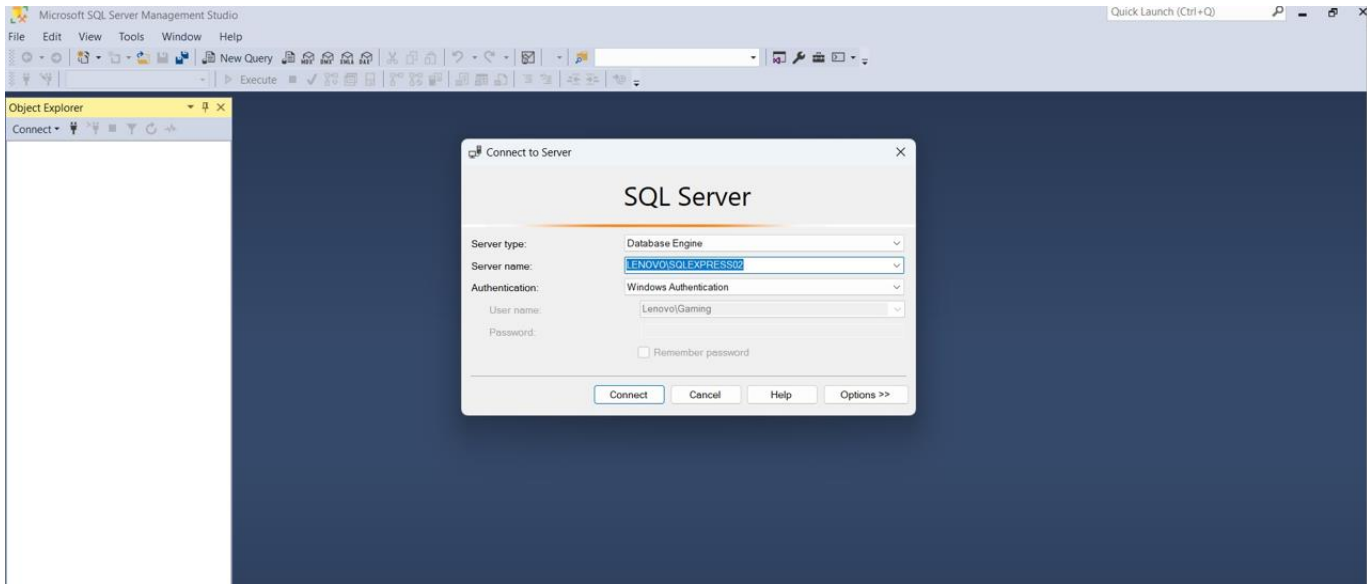


Рисунок Д.6 – Відкритий SQL Server



Рисунок Д.7 – Підключений SQL Server